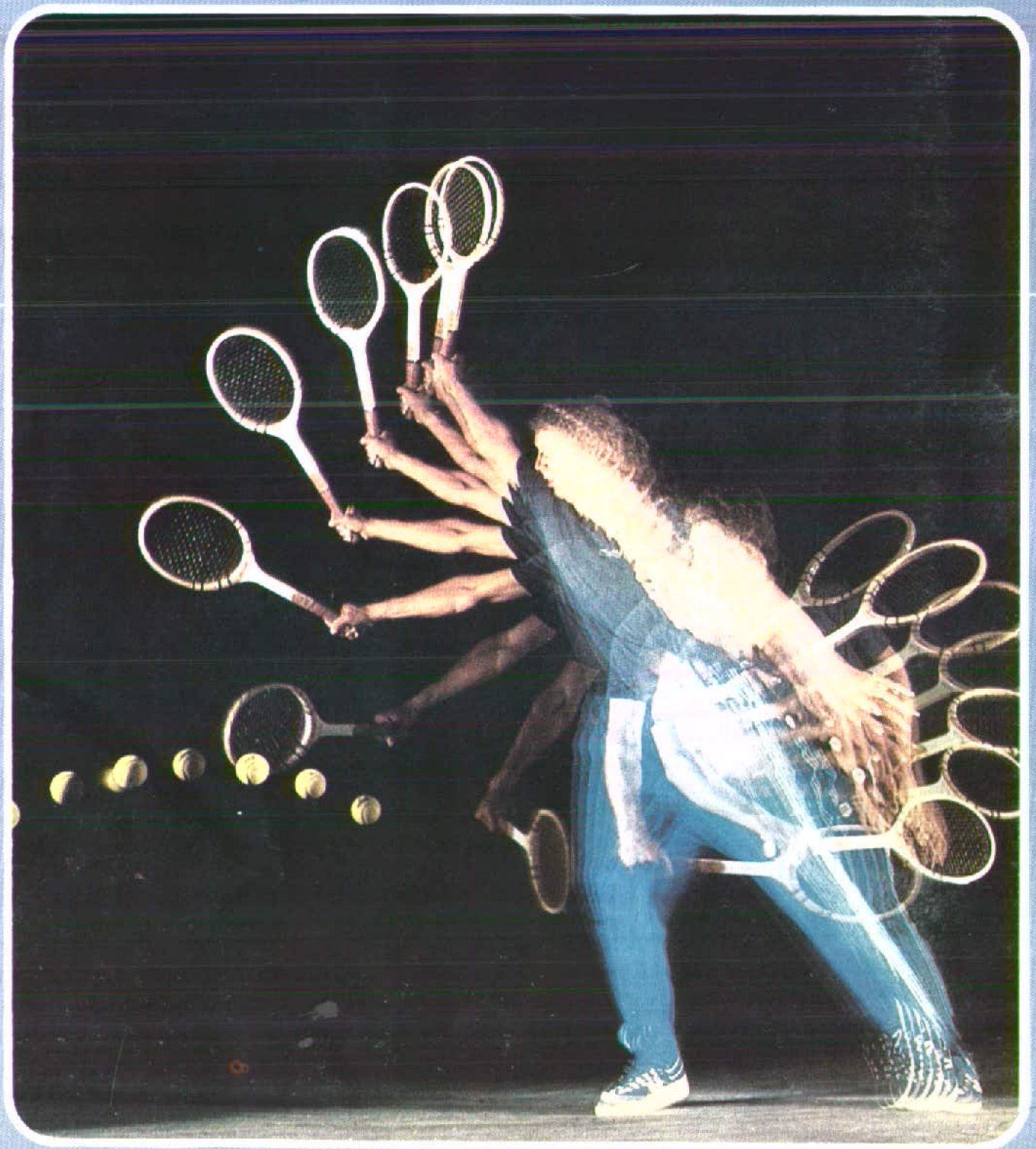
رشد آموزش فیزیک

سال چهارم • شماره ۱۳ • تابستان ۱۳۶۷



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

رشد آموزش فیزیک

سال هشتم - بهار ۱۳۷۲ - شماره مسلسل ۳۲

نشریهٔ گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی. تلفن ۴ ــ ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۳)

مجله رشد آموزش فیزیک هر سه ماه یکبار به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش‌پژوهان در این رشته منتشر می‌شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزنده خود را به صندوق پستی تهران ۳۶۳ ــ ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

زیر نظر هیات تحریریه رشد آموزش فیزیک:

دکتر عزت‌الله ارضی — دکتر میژه رهبر

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه — غلامعلی محمودزاده

سیدجعفر مهرداد

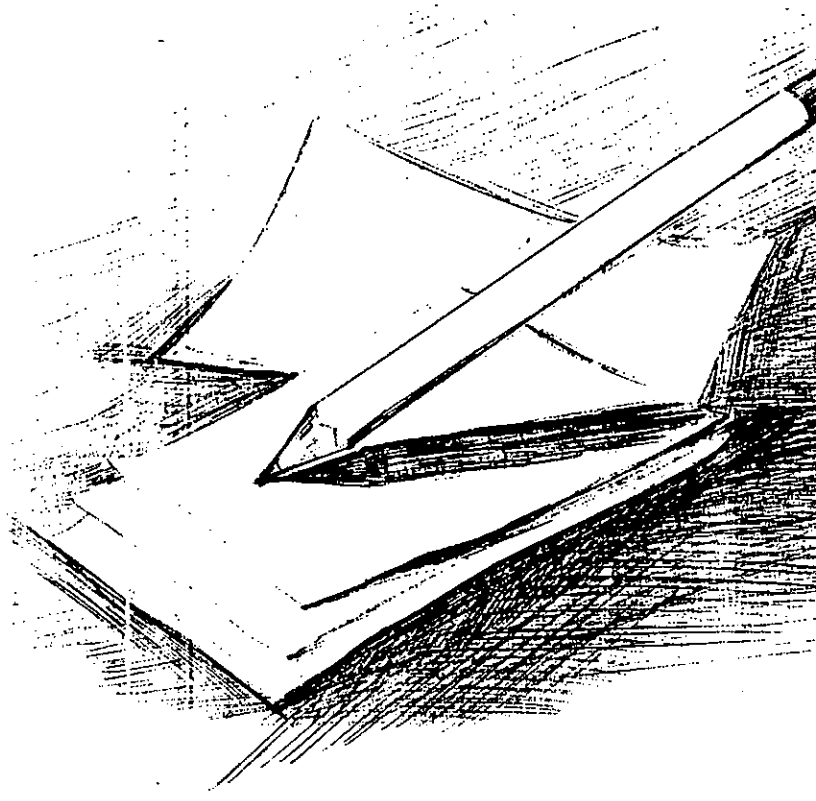
مدیر داخلی: محمدعلی سعادت‌بخت

مسؤول هماهنگی و تولید: فتح‌الله فروغی

امور فنی، صفحه آرایی و رسامی: خالد قهرمانی‌دهبکری

دستیار ناظر چاپ: محمد کشمیری

پیشگفتار		۳
سرگذشت فیزیک	دکتر ابوالقاسم قلمسیاه	۴
برداشتهای نادرست از نیروی اصطکاک	سخنرانی برادر غلامعلی محمودزاده درکنفرانس آموزش فیزیک در بابل	۱۰
فرارمغزهای علمی ازجهان سوم واروپای مرکزی وشرقی	گردآوری و ترجمهٔ دکتر عزت‌الله ارضی	۱۴
فیزیک در دههٔ آینده (۱۹۹۹ - ۱۹۹۰)	ترجمهٔ دکتر علی پذیرنده	۲۰
پرسشهای گزینش دانشجو سال ۷۱ (دومرحله)، رشته‌های علوم ریاضی ـ فنی و تجربی		۲۶
پاسخهای تشریحی گزینش دانشجو سال ۷۱	گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف	۴۳
آب را چگونه باردار کنیم؟	محمدرضا خیاطان	۶۵
فرم اشتراک مجلهٔ رشد آموزش فیزیک		۶۶



اسم خواندی رو مستی را بجو
مه به بالا دان نه اندر آب جو
هیچ نامی بی حقیقت دیده‌ای
یا ز گاف و لام گل، گل چیده‌ای
مولوی

پیشگفتار

درباره عوامل عقب‌افتادگی علمی و فنی کشور ما و راه رهایی از آنها هرقدر سخن بگوییم، کم گفته‌ایم. طرح صادقانه و دلسوزانه این‌گونه مطالب برای اعتلاء کشور می‌تواند ثمربخش باشد.

تاریخ علم از تاریخ عمومی جدایی‌ناپذیر است. پیشرفت علمی به محیط اجتماعی و اوضاع و احوال کشور بستگی تام دارد.

حدود پانصدسال پیش پادشاهان صفویه (۹۰۵-۱۱۴۸ هـ ق) توانستند به تشکیل دولت مستقلی نایل آیند و بر اساس وحدت ملی و دینی برای ایران در خارج اعتباری به‌دست آورند. اما پیش از آن حملهٔ خانمانسوز مغول و یورش تیموریان و ترکمانان به درخت کهنسال و تومند تمدن درخشان ایران اسلامی تیشه‌ای زد که به تدریج آن را از پای درآورد.

تشکیل دولت عثمانی ارتباط مستقیم بین ایران و اروپای در حال رشد و پیشرفت را قطع کرد و در نتیجه راه طبیعی یعنی نزدیکترین راه بین ایران و اروپا از طریق سواحل مدیترانه، بسته شد. در دو قرن اخیر نیز تسلط امپراتوری بریتانیا بر هندوستان و سیاست جهانگیرانه روسیه موجب شد که کشور ایران در میان این دو"سنگ آسیا" خرد شود.

اکثر رجال گذشته ایران یا از اوضاع سیاست جهان بی‌خبر و یا آنکه فاسد و رشوه‌خوار بودند وگاه آلت دست این و زمانی ملعبه

بقیه در صفحه ۱۹

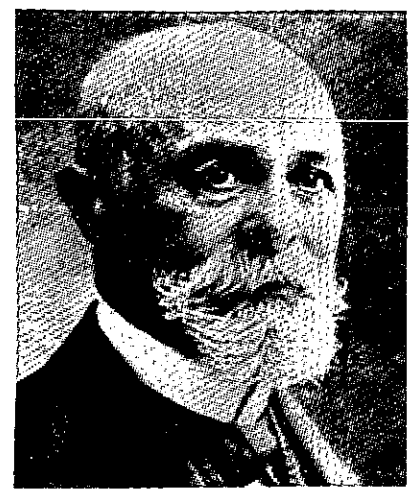
سرگذشت فیزیک

(دنباله) پایان قرن نوزدهم
(از ۱۸۸۰ تا ۱۹۰۰ م.)

(قسمت پانزدهم)

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه

کشف رادیوآکتیویته ـ کشف رادیوآکتیویته در فوریه ۱۸۹۶م. (بهمن ۱۲۷۶) ـ حدود سه ماه پس از کشف پرتوهای X توسط رونتگن ـ نتیجه غیر مستقیمی از کشف پرتوهای X بود. تولید پرتوهای X در لامپ خلاء همراه با خاصیت فسفورتابی (فسفورسانس) شدید شیشه لامپ است، بعضی از محققان چنین اندیشیدند که مواد معمولی که دراثر تابش نور مرئی خاصیت «فسفورتابی» پیدا می کنند ممکن است تشعشع نافذی مانند پرتوهای X گسیل دارند. به پیروی از این اندیشه بود که آنری بکرل[1] (۱۸۵۲-۱۹۰۸م.) دانشمند فرانسوی ترکیب فسفورتاب «سولفات مضاعف پتاسیوم ـ اورانیوم» را که در لفافهٔ کاغذ سیاه پیچیده بود روی صفحه عکاسی قرار داد. اثر ضعیفی که برصفحه عکاسی ظاهر شد نشان می‌داد که این اثر از تشعشعی ناشی می‌شود که می تواند از ورقهای کاغذ سیاه (که در مقابل نورمعمولی کدر هستند) بگذرد. بعدها فلز اورانیوم و همه ترکیبات آن مورد چنین آزمایشی قرار گرفتند و معلوم شد اورانیوم چه در نور قرار گیرد و چه در تاریکی، همواره پرتوزائی یکسان دارد که مربوط به خاصیت فسفورتابی نیست. بکرل خاطرنشان ساخت که این پرتوزائی خاصیت اساسی اورانیوم است: این فلز در هر ترکیب شیمیائی که وجود داشته



آنری بکرل (۱۸۵۲-۱۹۰۸ م.)

باشد خودبه‌خود بطور دائم پرتو نامرئی بسیار نافذ شبیه به پرتوهای X گسیل می‌دارد (مارس ۱۸۹۶ - فروردین ۱۲۷۶).

آنگاه این پرسش مطرح شد که آیا اورانیوم تنها عنصری است که از این خاصیت عجیب برخوردار است؟

گرهارت ک.ن. اشمیت[۲] شیمی فیزیکدان آلمانی تبار (۱۸۶۵-۱۹۴۹م.) دراوائل زمستان ۱۸۹۷م. عنصر توریم[۳] و خاصیت پرتوزائی آنرا کشف کرد. این کشف هنگامی رخ داد که اشمیت بسیاری از عناصر و ترکیبات آنها را آزمایش می‌کرد تا به خاصیت پرتوزائی آنها پی ببرد و معین کند آیا بین پرتوهائی که آنها گسیل می دارند و پرتوهائی که بکرل در اورانیوم و ترکیبات آن یافته بود شباهتی وجود دارد یا نه. برای این منظور، او پس از کشف توریوم بلافاصله به مطالعه جذب سطحی، بازتاب، شکست، یونی‌شدن، و قطبی شدن پرتوهای ساطع شونده از آن پرداخت و با تعبیری نادرست که بر مبنای یکی از تعبیرهای نادرست بکرل بود نتیجه گرفت که پرتوهای گسیل شونده از توریوم بیش از همه به پرتوهای X شباهت دارند.

ماری کوری[۴] شیمی فیزیکدان لهستانی تبار (۱۸۶۷-۱۹۳۴م.) نیز اندکی بعد مستقلاً به کشف توریوم و خاصیت پرتوزائی آن نایل آمد. او برای آزمودن خاصیت رادیوآکتیویته در اجسام، بجای استفاده از روش بکرل (صفحه عکاسی)، روش الکتریکی را بکار برد (۱۸۹۸م.) و تعداد زیادی از عناصر شیمیائی و ترکیبات آنها را مورد آزمایش قرار داد. فقط توریوم بود که این خاصیت را تا درجهٔ قابل مقایسه با اورانیوم نشان میداد (نتیجه‌ای که مستقلاً بوسیله اشمیت هم ثابت شد).

ماری کوری همچنین پی برد که رادیوآکتیویته ترکیبات اورانیوم متناسب بامقدار اورانیوم موجود درآنهاست و ارتباطی باترکیب آن با مواد دیگر ندارد، بنابراین رادیواکتیویته باید یک خاصیت اتومی باشد. مادام کوری با عمل کردن روی سنگهای معدنی پی به آکتیویته‌ای برد که چهار تا پنج بار قویتر از آکتیویته‌ای بود که از اورانیوم محتوی آن انتظار می‌رفت و چنین اندیشید: اگر رادیوآکتیویته پدیده‌ای اتومی باشد این پدیده بایستی فقط به علت وجود یک ماده ناشناخته فعّالتر (آکتیوتر) از خود اورانیوم در کانیهای آن باشد. بااتکاء به این فرضیه بود که وی مطالعه شیمیائی روی کانیهای اورانیوم راآغاز کرد و تلاش او در این بود که ماده یا مواد رادیوآکتیو جدید ناشناخته را جدا کند. شوهرش پی‌یر کوری (۱۸۵۹-۱۹۰۶م.) فیزیکدان با ارزش فرانسوی که در آنوقت بوسیله کارهایش روی پیزوالکتریسیته ودیامانیتیسم شهرت یافته بود به او ملحق شد؛ این دو بزودی توانستند وجود دو عنصر جدید شدیداً رادیوآکتیو را که پولونیوم[۵] و رادیوم نامیده شدند اعلام دارند (۱۸۹۸م.). آندره لوئی دبیرن[۶] شیمیدان فرانسوی (۱۸۷۴-۱۹۴۹) که باکوری‌ها همکاری داشت عنصر رادیوآکتیو دیگری را که آکتینیوم[۷] نامیده شد در ۱۸۹۹م. کشف کرد.

ولی چون این اجسام بصورت ردهای بسیار اندک بدست آمده بودند عدّه زیادی از دانشمندان برای شناسائی آنها در تردید باقی ماندند. برای برطرف کردن این تردید، پی‌یرکوری و ماری کوری به اتّفاق شیمیدان دیگری بنام بمون[۸] عملیات شیمیایی را روی چند تُن ازپسمانده‌های کارخانه دولتی تهیه اورانیوم واقع دریوتآخیمشتال[۹] بوهیما[۱۰] که دولت اتریش در

پی‌یرکوری (۱۸۵۹-۱۹۰۶ م.)

اختیار آنان گذاشت آغاز کردند (۱۸۹۸) و پس از چهار سال کار طاقت‌فرسا در یک انبار متروک که تجهیزات مناسبی هم نداشت رادیوم را همراه باریوم از پسمانده‌ها جدا کردند و بروش تجزیه شیمیائی جزء بجزء، ۱۰۰ گرم کلرید رادیوم را به‌تدریج تغلیظ کرده و بدست آوردند (۱۹۰۲). آکتیویته ویژه (آکتیویته واحد جرم) این ماده تغلیظ شده بیش از یک میلیون برابر آکتیویته ویژه اورانیوم بود. جرم اتمی رادیوم حدود ۲۲۵ معیّن شد و خطوط طیف آن شبیه به خطوط طیف قلیائی‌های خاکی بدست آمد. رادیوم تمام خصوصیات یک عنصر شیمیائی نوین را دارا بود یعنی، جرم اتمی معین داشت، دارای طیف کاملاً واضح و خواص شیمیائی مشخص بود. سهولت نسبی جداسازی وآکتیویته بسیار بالای آن نظر پژوهشگران زمان را جلب کرد. فریتس اُ. گیسل[11] دانشمند آلمانی نخستین کسی بود که تولید نمک رادیوم خالص را به بازار آورد. او پی برد که جداکردن رادیوم از باریوم بوسیله تبلور جزء بجزء با برومیدها سریعتر از کلریدها صورت می‌گیرد ونمک رادیومی که بدست آورد برومید رادیوم بود. رادیوم خالص توسط ماری کوری در ۱۹۱۰م. تهیه شد.

هنگامی که این اکتشافهای شیمیایی اولیّه در پاریس انجام می‌گرفت ارنست راذرفرد[12] فیزیکدان انگلیسی (۱۸۷۱-۱۹۳۷م.)، در کمبریج (انگلستان) نکات قابل توجهی را در ۱۸۹۹ گزارش داد:

ـ تخلیه بارالکتریکی اجسام بوسیله تشعشع مواد رادیوآکتیو (که بکرل آنرا نشان داده بود) از ذرّات حامل بار الکتریکی (یونها) درگازی که از آن پرتوها می‌گذرند نشأت می‌گیرد. در میدان الکتریکی، یونهای مثبت به سوی الکترود منفی (کاتود) می‌روند و یونهای منفی به سوی الکترود مثبت (آنود)، و به این ترتیب است که عمل تخلیه الکتریکی صورت می‌گیرد. اگر گاز اتاقک یونش را پرکرده باشد و میدان الکتریکی نسبتاً قوی اعمال شود همه یونها، قبل از اینکه اُفت قابل ملاحظه‌ای در تعدادشان در اثر ترکیب دوباره بتواند اتفاق افتد، بسوی الکترودها کشیده می‌شوند. جریان حاصل از یونش سپس به مقدار بیشینه ثابتی می‌رسد که با افزایش ولتاژ هم تغییرّ محسوس نمی‌کند. چنین جریان ماکزیمومی جریان اشباع نامیده شده است و مقدار آن متناسب با شدت تابش است. راذرفرد نشان داد یونهائی که بوسیله تابش حاصل از اورانیوم و ترکیبات آن در یک گاز تولید می‌شوند بایونهای تولید شده در گاز بوسیله پرتوهای X یکسانند و سازوکار (مکانیسم) قابلیت رسانائی در هر دو مورد یکی است.

مضمون گزارش قابل توجه دیگر راذرفرد در ۱۸۹۹ چنین بود: دراتاقک یونشی که عامل یونساز آن لایه بسیار نازک اکسید اورانیوم قرار گرفته درون آن بود، جریان حاصل از یونش (بناچار بسیار اندک)، وقتیکه ورقه نازک آلومینیومی به ضخامت ۰/۰۲ میلیمتر بعنوان حفاظ روی لایه قرار داده می‌شد، حدود ۲۰ مرتبه کاهش می‌یافت. این مشاهده ساده نشان داد که اوّلاً در کشف اوّلیه بکرل، فقط جزء بسیار کوچکی از پرتوهائی که ماده اورانیوم‌دار ساطع می‌کرد از ورق کاغذ سیاه ضخیمی که روی صفحه عکاسی پیچیده شده بود می‌گذشت و صفحه را متأثّر می‌کرد. ثانیاً این اندیشه را در ذهن راذرفرد القاء کرد که این پرتوها شامل دو نوع مجزّا بوده‌اند. او با اطمینان و تهوّری که خاص جوانی است (در آن وقت راذرفرد بیست‌وهفت ساله بود) نامهایی برای این دو نوع پرتوهای فرضی پیشنهاد کرد: او نوع پرتو بسهولت جذب

ارنست راذرفرد (۱۸۷۱-۱۹۳۷ م.)

شونده را «پرتو آلفا» و نوع بیشتر نفوذکننده را «پرتو بتا» نامید. این فرضیه تهورآمیز، که از لحاظ ویژگی حدسی ملهم بود، در ظرف چند سال کاملاً به اثبات رسید.

راذرفرد که در پائیز ۱۸۹۸م. ازکمبریج به مونرآل[۱۳] (کانادا) رفته بود در آنجا آزمایشهائی را که با اورانیوم انجام داده بود با ترکیبات توریوم تکرار کرد و دریافت که وقتی جریان یک گاز به آهستگی از روی ماده تهیه شده می‌گذشت جریان یونش کاهش می‌یافت. هنگامی که این گاز در یک اتاقک یونش ازپیش تهی شده جمع‌آوری می‌شد در آن می‌توانست جریان یونش حاصل شود. موقعیکه اتاقک بسته می‌شد جریان یونش به آهستگی رو به کاهش می‌گذاشت در حالیکه پس ازگذشت تقریباً یک‌دقیقه به نصف و پس از دو دقیقه به ربع مقدار اولیه می‌رسید و به‌همین روال تنزل می‌کرد و به صفر می‌گرائید. راذرفرد در ۱۹۰۰م. نتیجه گرفت که ترکیبات توریوم به‌طور پیوسته یک نوع ذرات رادیوآکتیو گسیل می‌دارند که توان رادیواکتیو خود را به مدت چند دقیقه حفظ می‌کنند. بعد در همین سال فردریش دُرن[۱۴] شیمیدان آلمانی «اماناسیون»[۱۵] رادیوآکتیو مشابهی از یک فرآورده رادیوم مشاهده کرد.

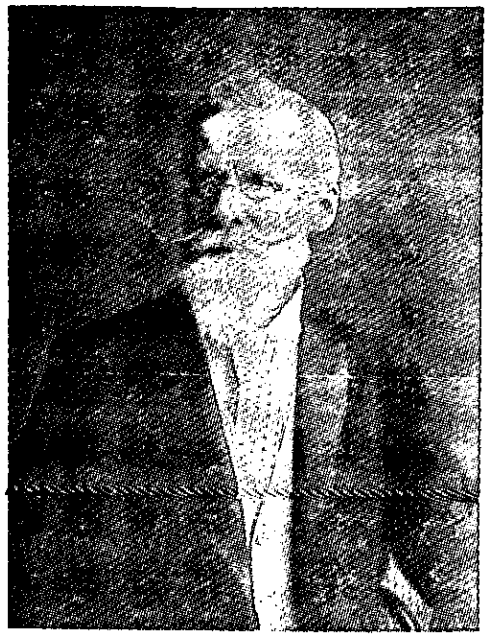
کوری‌ها (ماری کوری و پی‌یر کوری) و راذرفرد جداگانه پدیده «رادیوآکتیویته برانگیخته» راکشف کردند. راذرفرد در ۱۹۰۰م. این اثر را برای توریوم چنین شرح داد: «ترکیبات توریوم در پاره‌ای از وضعیت‌ها خاصیت ایجاد رادیوآکتیویته موقّت در مواد جامد مجاور خود دارند. ماده‌ای که بدینسان رادیوآکتیو می‌شود چنان رفتار می‌کند ... که گوئی با لایه نازکی از ماده رادیوآکتیو پوشیده شده است.» کوری‌ها چند ماه قبل از آن، اثر مشابهی را در مورد ترکیبات رادیوم شرح داده بودند.

در ۱۹۰۱م. راذرفرد و فردریک سادی[۱۶] شیمیدان انگلیسی (۱۸۷۷ - ۱۹۵۶م.)، یک رشته آزمایشهای طولانی روی اماناسیون و رادیوآکتیویته برانگیخته حاصل از توریوم را آغاز کردند. راذرفرد پیشتر (۱۹۰۰) نشان داده بود که فروپاشی (تلاشی) رادیوآکتیویته برانگیخته از همان قانون (نمائی) کلی فروپاشی آکتیویته «اماناسیون» پیروی می‌کرد،

فردریک سادی (۱۸۷۷-۱۹۵۶ م.)

ولی نیم عمر آن بجای یک دقیقه حدود ۱۱ ساعت بود. راذرفرد و سادی ثابت کردند (۱۹۰۲) که این اماناسیون عبارتست از یک گاز مولکولی حقیقی (و به احتمال زیاد «گازی از لحاظ شیمیائی بی‌اثر، طبیعتاً شبیه به اعضای خانواده آرگون»)؛ که مستقیماً از توریوم تشکیل نمی‌شود بلکه از ماده‌ای «موجود بمقدار بسیار کم» حاصل می‌شود که وقتی بطور شیمیائی از توریوم جداگردد رادیوآکتیویته و حدّت خود را، بعنوان یک منبع اماناسیون، بطور نمائی با نیم عمری حدود ۴ روز از دست می‌دهد. آنان نشان دادند که رادیوآکتیویته برانگیخته بوسیله رسوب کردن یک «قشر فعّال» از اماناسیون نشأت می‌گیرد. (همانطور که راذرفرد قبلاً فرض کرده بود) و تشعشع حاصل از این «قشر فعال» است که پرتوهای آلفا و بتای پیش گفته را در بر دارد.

راذرفرد و سادی سپس مبادرت به مطالعه اماناسیون و



سرویلیام کروکس

رادیوآکتیویته برانگیخته (قشر فعال) حاصل از رادیوم کردند. آنان دریافتند (۱۹۰۳م.) که این دو ماده دقیقاً به گونه اماناسیون و قشر فعال حاصل از توریوم رفتار می‌کنند، اما نیم عمرهائی که برای این محصولات رادیوم معین کردند، ۳/۷ روز (برای اماناسیون) و کمتر از یک ساعت (برای قشر فعال) بودند - مقادیری که اختلاف فاحشی نسبت به نیم عمرهای محصولات متناظر حاصل از توریوم داشتند.

راذرفرد و سادی تنها نخستین پژوهشگرانی نبودند که تغییرات رادیوآکتیویته را با گذشت زمان مورد بررسی قرار دادند. در ۱۸۹۹م. گیسل افزایش فعالیّت (آکتیویته) خودبخود در فراورده‌های رادیوم را در چند هفته اولیه پس از خالص‌سازی، و همچنین کاهش تدریجی فعالیّت فراورده‌های پولونیوم را مشاهده کرده بود. این مشاهدات در سال بعد مورد تأیید کوری‌ها قرار گرفته و بسط داده شده بودند، ولی هیچیک از این پژوهشگران نتوانستند قانون ساده‌ای برای این تغییرات با زمان تنظیم کنند و دنباله این کشفیات به قرن بیستم میلادی کشید. در اینجا ما برای جلوگیری از گسیختگی مطلب، مختصری از تلاشهای پژوهشگران در چند سال اول قرن بیستم را بیان کرده‌ایم و دنبال می‌کنیم.

در ۱۹۰۰م. سرویلیام کروکس هنگامی که برای جداکردن املاح اورانیوم از توریوم و ناخالصیهای دیگر تلاش می‌کرد، پی‌برد (بوسیله اثر گذاشتن بر صفحه عکاسی) که جزء ناخالصی کلیّه فعالیّت (آکتیویته) اصلی را در بر دارد. او این ماده (در آن موقع ناشناخته) را که از لحاظ شیمیائی با اورانیوم تفاوت داشت ولی پرتو بتای ماده والد خود را ساطع می‌کرد «اورانیوم X» نامید. بکرل نیز جداگانه در همان سال اثر مشابهی را مشاهده کرد. او در ۱۹۰۱ با شگفتی کشف کرد که نمک‌های خالص شده اورانیوم با گذشت زمان رفته‌رفته فعالیّت (آکتیویته) خود را باز می‌یابند و نمونه‌های «اورانیوم X» جدا شده بتدریج فعالیّت اولیه خود را از دست می‌دهند. در ۱۹۰۲ راذرفرد و آ. گ. گریر[۱۷] نشان دادند که عمل تصفیه شیمیائی شدّت پرتو بسهولت جذب شونده (آلفا) را در املاح اورانیوم تصفیه شده محسوساً کم نمی‌کند، در مقابل، املاح «اورانیوم X» مقدار بسیار اندکی پرتو آلفا گسیل می‌دارند. منطقی بود که از این مشاهده نتیجه گرفته شود که، تابش آلفا ویژه خود اورانیوم و تابش بتا خاص «اورانیوم X از نوع غیراورانیوم» است. راذرفرد و سادی در ۱۹۰۳ نشان دادند که فروپاشی آکتیویته «اورانیوم X» از یک قانون نمائی، با نیمه عمری حدود ۲۲ روز، پیروی می‌کند و همانطور که «اورانیوم X» آکتیویته خود را از دست می‌دهد، اورانیوم مادر که از آن «اورانیوم X» جدا شده است، آکتیویته‌ای به همان مقدار باز می‌یابد. در هر مرحله تجدید آکتیویته، که در آن هرقدر هم ممکن بود «اورانیوم X» بیشتری از اورانیوم اصلی جدا شود، ماده‌ای که عهده‌دار تجدید آکتیویته بود از نو تشکیل می‌شد. بنابراین، آنان چنین اندیشیدند که «هر نوع ماده رادیوآکتیو وقتی که خالص باشد، یعنی هم از ماده‌ای که آنرا تولید کرده است و هم از محصولات دیگر حاصل از تغییر آن جدا شده باشد، پرتوهای همگونی گسیل می‌دارد که منحصراً یا پرتو آلفا است و یا پرتو بتا.

بدین ترتیب، در آوریل ۱۹۰۳(فروردین ۱۲۸۲) رادیوآکتیویته و پیچیدگی آشکار آن کاملاً شناخته شده بود. معیارهائی برای تشخیص یک ماده رادیوآکتیو خالص از مخلوط چنین موادی پیشنهاد گردیده بود. این معیارها چنین بودند:

- زمان فروپاشی (تلاشی) آکتیویته از یک قانون نمائی

پیروی می‌کند.

- یک ماده رادیوآکتیو خالص منحصراً پرتو آلفا یا بتا ساطع خواهد کرد.

معذالک هیچکس نتوانسته بود تا آن موقع کاهش آکتیویته ویژه را با گذشت زمان در اورانیوم یا در توریوم، یعنی تنها مواد رادیوآکتیوی که بصورت عناصر شیمیائی از ۱۸۹۶ شناخته شده بودند آشکار سازد.

راذرفرد و سادی در مـی ۱۹۰۳(اردیبهشت ۱۲۸۲) گزارش قطعی نهائی خود را دربارهٔ نظریه فروپاشی اتمی خودبخود در مقاله‌ای تحت عنوان «دگرگونی رادیوآکتیو»[۱۸] در مجلّه Philosophical Magazine منتشر کردند. در اینجا بهتر اینست ترجمه چند جمله از بیانات قاطع آنان که در این مقاله مندرج است بطور خلاصه آورده شود:

«ممکن نیست رادیوآکتیویته را همچون نتیجه‌ای از تبدلات قبلاً رخ داده در نظر گرفت. پرتوهائی که ساطع می‌شوند علی‌الاصول بایستی همراه تبدیل باشند ... ثبات و پایداری ظاهری رادیوآکتیویته صرفاً بیانگر تبدیل کُند و تدریجی عنصر رادیوآکتیو است ...»

«پیچیدگی پدیده‌های رادیوآکتیویته به علت وجود چند نوع مختلف ماده است که طبق یک قاعده کلّی در یک زمان هم تبدیل می‌شوند ...»

«در همهٔ حالات ... قانون تبدیل رادیوآکتیو ... می‌تواند در یک جمله بیان شود: مقدار نسبی ماده رادیوآکتیو که در واحد زمان تبدیل می‌شود ثابت است ... این ثابت ... برای هر نوع ماده رادیوآکتیو دارای مقدار معیّنی است که مشخصه آن ماده است.»

«قانون تبدیل رادیوآکتیو ... نیز قانون واکنش شیمیائی تک مولکولی است. بنابراین تبدیل رادیوآکتیو باید از نوعی باشد که فقط یک سیستم را شامل می‌شود ... سیستم تبدیل شونده بایستی یک اتم شیمیائی باشد ... در تبدیل رادیوآکتیو، اتم شیمیائی بایستی متحمّل فروپاشی شود.»

گفته راذرفرد و سادی که «ثبات و پایداری ظاهری رادیوآکتیویته صرفاً بیانگر تبدیل کند و تدریجی عنصر رادیوآکتیو است» در متن مقاله بهیچوجه بدون دلیل و برهان نبود. آنان در واقع آنرا به اعتبار فرضیه‌های بسیار معقول نتیجه گرفته بودند: «ما عدد ۶×۱۰^{-۱۰} را بعنوان برآورد ماکزیموم برای مقدار نسبی اورانیوم یا توریوم که در سال متحمّل تبدیل می‌شود بدست آورده‌ایم.»

برپایه این تخمین نیم عمر این عناصر نمی‌توانست کمتر از ۱۰۹ سال باشد. اکنون ما می‌دانیم که نیم عمر اورانیوم ۲۳۸ برابر $۴/۵\times۱۰^{۹}$ سال و نیم عمر توریوم ۲۳۲ تقریباً $۱/۴\times۱۰^{۱۰}$ سال است. دنباله دارد

زیرنویسها:

۱- Henri Becquerel
۲- Gerhard Carl Nathaniel Schmidt
۳- Thorium
۴- Marie Sklodowska Curie
۵- polonium
۶- André Louis Debierne
۷- Actinium
۸- bémont
۹- Joachimsthal (Jachymov)
۱۰- Bohemia
۱۱- Fritz O. Giesel
۱۲- Ernest Rutherford
۱۳- Montréal
۱۴- Fredrich Dorn
۱۵- Emanation
۱۶- Frederick Soddy
۱۷- A. G. Grier
۱۸- Radioactive change

۱- اصطکاک (پرسشها و پاسخ)
۲- آموزش فیزیک (اصطکاک)
۳- درس فیزیک (اصطکاک)

برداشتهای نادرست از نیروی اصطکاک

سخنرانی برادر غلامعلی محمودزاده در
کنفرانس آموزش فیزیک
در بابل (اردیبهشت ۱۳۷۱)

همان‌گونه که موضوع مقاله نشان می‌دهد، علت پیدایش و عوامل مؤثر در نیروی اصطکاک مورد بحث نیست، سعی می‌شود با عنوان کردن چند مورد به پرسشهای زیر پاسخ داده شود:

۱- آیا نیروی اصطکاک فقط در حال حرکت وجود دارد؟
۲- آیا نیروی اصطکاک همواره برابر μN است؟
۳- آیا جهت نیروی اصطکاک همواره مشخص است یا با تغییر شرایط مسأله، جهت آن هم تغییر می‌کند؟
۴- آیا نیروی اصطکاک همواره مزاحم است و باید کوشید تا اندازه آن به حداقل ممکن برسد؟
۵- آیا ممکن است نیروی اصطکاک لغزشی به جسم، شتاب فزاینده بدهد؟
۶- آیا نیروی اصطکاک همواره باعث اتلاف انرژی می‌شود؟

* * *

۱- آیا نیروی اصطکاک فقط در حال حرکت وجود دارد؟

پاسخ - تقریباً بیشتر دانش آموزان مطمئن هستند که نیروی اصطکاک فقط در حال حرکت وجود دارد، در صورتی‌که تقریباً در تمام موارد با نیروی اصطکاک ایستایی یا سکون روبرو هستیم. هرگاه به جسمی که روی جسم دیگر ساکن است نیروئی به موازات سطح تماس "F" وارد کنیم اما جسم همچنان روی جسم دوم ساکن بماند، باید نیرویی که اندازه‌اش برابر نیروی F است در خلاف جهت به جسم وارد شده باشد تا با خنثی کردن نیروی F مانع شتاب گرفتن جسم شده باشد، با

شکل ۱

توجه به محیط جسم، این نیرو از طرف سطح تکیه‌گاه به جسم وارد می‌شود. این نیرو را نیروی اصطکاک ایستایی یا سکون می‌نامیم

به تابلویی که روی دیوار نصب شده، به لوستر آویزان از سقف، به اتومبیلی که در سرازیری یک جاده ساکن است و بسیاری موارد دیگر، نیروی اصطکاک ایستایی وارد می‌شود.

۲- آیا نیروی اصطکاک همواره برابر μN است؟

پاسخ - بیشتر دانش آموزان به این سؤال پاسخ مثبت می‌دهند. در صورتی که نیروی اصطکاک همواره کوچکتر یا برابر μN است: "$f \leq \mu N$".

نیروی اصطکاک لغزشی برابر $f_f = \mu_k N$ است. اما نیروی اصطکاک ایستایی همواره کوچکتر از $\mu_s N$ است و فقط در آستانهٔ حرکت برابر $f_{sm} = \mu_s N$ می‌شود.

باید توجه داشت که $\mu_s > \mu_k$ می‌باشد. به عنوان مثال وقتی یک جسم روی سطح شیبداری به حال سکون قرار دارد، نیروی اصطکاک برابر $f_s = mg\sin\alpha$، در آستانه حرکت نیروی اصطکاک حداکثر و برابر $f_{sm} = \mu_s N = \mu_s mg\cos\alpha$ و در حال لغزش بر این سطح برابر $f_f = \mu_k mg\cos\alpha$ است.

اگر جسمی را به دیوار قائمی تکیه داده و بادست نیروی افقی به آن وارد کنیم و جسم ساکن باشد، نیروی اصطکاک ایستایی با خنثی کردن نیروی وزن، مانع شتاب گرفتن جسم می‌شود.

در اینجا آنچه حائز اهمیت است، این است که نیروی اصطکاک در سطح قائم مادامی که جسم ساکن است، ثابت و همواره برابر وزن جسم است و با افزایش نیروی افقی، اندازه آن تغییری نمی‌کند. تنها در حالتی که نیروی افقی حداقل برابر $f_{min} = \frac{mg}{\mu_s}$ شود، نیروی اصطکاک برابر $f_{sm} = \mu_s N = \mu_s F_{min}$

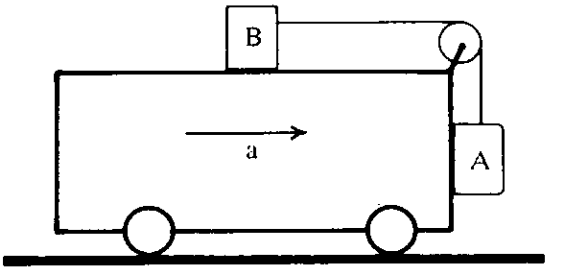
هم می‌شود.

چنانچه نیروی افقی F از این مقدار کوچکتر شود، جسم به سمت پایین شتابی برابر $a=\frac{mg-f_f}{m}$ می‌گیرد که در آن $f_f=\mu_k N=\mu_k F$ است.

۳- آیا جهت نیروی اصطکاک همواره مشخص است یا با تغییر شرایط مسأله، جهت آن هم تغییر می‌کند؟

پاسخ - نیروی اصطکاک ایستایی از نوع نیروی های قیدی است و جهت و اندازهٔ آن با تغییر شرایط مسئله تغییر می‌کند.

فرض کنید مطابق شکل ۲، واگنی با شتاب a پیش می‌رود. نیروی اصطکاک بین وزنهٔ A و بدنهٔ واگن ناچیز است.

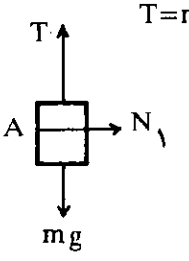


$m_A = m_B = m$

شکل ۲

حداقل ضریب اصطکاک بین وزنهٔ B و واگن چقدر باشد تا سه جسم نسبت به هم ساکن بمانند.

به وزنهٔ A نیروهای وزن "mg" کشش نخ "T" و نیروی تماسی (عمودی) تکیه‌گاه "N_1" وارد می‌شود (شکل ۳). نیروی N_1 به A شتاب a می‌دهد $N_1=ma$ و چون A در راستای قائم حرکت نمی‌کند: $T=mg$



شکل ۳

نیروهای وارد به B عبارتند از نیروی وزن "mg"، عمودی تکیه‌گاه N_2 کشش نخ "T" و نیروی اصطکاک ایستایی چون وزنه B نسبت به تکیه‌گاهش یعنی واگن ساکن است. از آنجاکه حداقل ضریب اصطکاک مورد سؤال است پس این نیرو، نیروی اصطکاک ایستایی در آستانهٔ حرکت است و با توجه به اندازهٔ a (شتاب واگن) جهت این نیرو ممکن است به طرف جلو یا عقب باشد. بدین معنی که جسم در آستانهٔ لغزش به ترتیب به عقب یا به جلو باشد.

الف) جسم در آستانهٔ لغزش به عقب باشد (شکل ۴ الف):

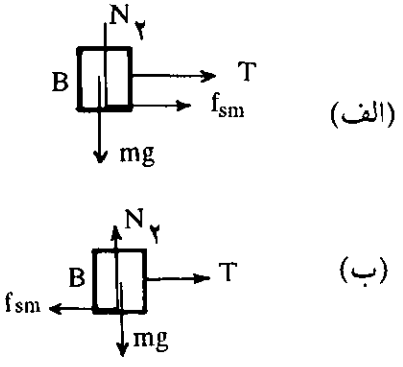
$N_2 = mg$

$T + f_{sm} = ma \longrightarrow \mu_s = \frac{a}{g} - 1$

ب) جسم در آستانهٔ لغزش به جلو باشد (شکل ۴ ب):

$T - f_{sm} = ma \longrightarrow \mu_s = 1 - \frac{a}{g}$

پس اگر $a>g$ باشد جهت نیروی اصطکاک بطرف جلو و اگر $a<g$ باشد بطرف عقب است.



شکل ۴

۴- آیا نیروی اصطکاک همواره مزاحم است و باید کوشید تا اندازهٔ آن به حداقل ممکن برسد؟

پاسخ - در مورد نیروی اصطکاک لغزشی پاسخ مثبت است و وقتی جسمی روی جسم دیگر می‌لغزد، هر چه نیروی اصطکاک لغزشی کمتر باشد بهتر است.

اما در مورد نیروی اصطکاک ایستایی جواب غیر از این خواهد بود.

راه رفتن را می‌توان به عنوان یک مثال ساده ذکر کرد. اگر بخواهیم سریع و سریعتر راه برویم، یا بدویم، باید نیروی اصطکاک ایستایی را مرتباً افزایش دهیم و وقتی این نیرو به نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت رسید، شتاب دویدن هم به حداکثر می‌رسد. به همین دلیل در مسابقات دو در شروع، زیر پای دونده تخته استارت قرار می‌دهند.

بیان فوق در مورد حرکت اتومبیل هم درست است. باید توجه داشت که نیروی محرک اتومبیل که در مسائل از آن یاد می‌شود، نیروی اصطکاک ایستایی بین چرخ و زمین است. به اتومبیل نیروی اصطکاک ایستایی به طرف جلو و نیروی

اصطکاک لغزشی به طرف عقب وارد می‌شود (از مقاومت هوا چشم‌پوشی شده است). شتاب حرکت اتومبیل از رابطهٔ $f_s-f_f=ma$ محاسبه می‌شود. حداکثر شتاب اتومبیل مربوط به وقتی است که نیروی اصطکاک سکون، حداکثر شود. شتاب ماکزیمم اتومبیل برابر است با:

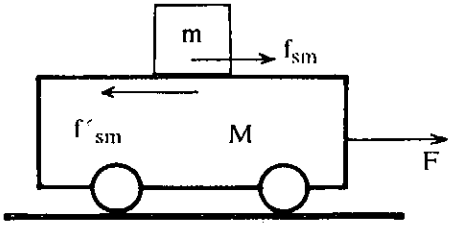
$$a_{max} = (\mu_s - \mu_k)g$$

مشخص است که هر چه نیروی اصطکاک سکون را افزایش دهیم و از نیروی اصطکاک لغزشی بکاهیم، شتاب حرکت افزایش می‌یابد. به همین دلیل لاستیک را عاج‌دار و سطح لاستیک را صاف می‌سازند.

۵- آیا ممکن است نیروی اصطکاک لغزشی به جسم، شتاب فزاینده بدهد؟

پاسخ - بیشتر دانش‌آموزان پاسخ منفی می‌دهند. در صورتی که پاسخ آن مثبت است. و در مواردی نیروی اصطکاک لغزشی به جسم شتاب فزاینده می‌دهد.

فرض کنید جسمی به جرم m روی چهارچرخه‌ای به جرم M قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و لغزشی بین جسم و چهارچرخه به ترتیب برابر μ_s و μ_k باشد و بین چهارچرخه و تکیه‌گاهش، اصطکاک قابل چشم پوشی باشد.



شکل ۵

به چهارچرخه نیروی افقی F وارد می‌کنیم با توجه به مقادیر مختلف F، حرکت جسم را بررسی می‌کنیم. نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت بین این دو جسم برابر $F_{sm}=\mu_s mg$ است. تنها نیرویی که به جسم شتاب می‌دهد، همین نیروی تماسی است که چهارچرخه به جسم m وارد می‌کند (شکل ۵). حداکثر F برای آنکه دو جسم با هم یعنی با یک شتاب حرکت کنند برابر است با:

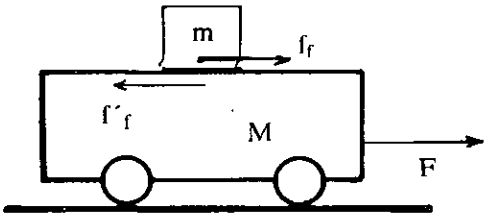
$$a = \frac{F}{m+M} = \frac{F - f_{sm}}{M} = \frac{f_{sm}}{m} = \mu_s g$$

$$\longrightarrow F_{max} = \mu_s(m + M)g$$

اگر نیروی F از این مقدار کمتر باشد، دو جسم با هم و با شتابی کمتر از $\mu_s g$ حرکت می‌کنند. اما اگر اندازه نیروی F از این مقدار تجاوز کند، چهارچرخه با شتابی بزرگتر از $\mu_s g$ حرکت می‌کند و جسم روی چهارچرخه می‌لغزد. در این حالت نیروی اصطکاک بین جسم و چهارچرخه، نیروی اصطکاک لغزشی خواهد بود و با F هم جهت است (شکل ۶). شتاب حرکت جسم و چهارچرخه نسبت به تکیه‌گاه چهارچرخه به ترتیب برابرند با:

برای جسم $a_1 = \frac{f_f}{m} = \frac{\mu_k mg}{m} = \mu_k g$

برای چهارچرخه $a_2 = \frac{F - f'_f}{M} = \frac{F - \mu_k mg}{M}$



شکل ۶

چون $a_2>a_1$ است جسم نسبت به چهارچرخه عقب می‌رود (در حالت اول $a=\mu_s g$ است که چون $\mu_s>\mu_k$ داریم: $a_1<\mu_s g$ و $a_2>\mu_s g$)

توجه کنید که F_f به جسم شتاب فزاینده (یعنی در جهت حرکت جسم) به آن می‌دهد.

۶- آیا نیروی اصطکاک همواره باعث اتلاف انرژی می‌شود؟

پاسخ - در این مورد هم معمولاً جواب دانش‌آموزان مثبت است. بعنوان مثال اگر استوانه‌ای روی سطح شیبداری بدون لغزش به پایین بغلتد، در صورتی قانون بقای انرژی مکانیکی را به کار می‌برند که اصطکاک را ناچیز بدانند. اگر نیروی اصطکاک، که در اینجا اصطکاک سکون است، وجود نداشته باشد، اصولا استوانه نمی‌غلتد. از طرفی چون محل تماس استوانه و تکیه‌گاه لحظه به لحظه عوض می‌شود، در راستای نیروی اصطکاک، جابجایی انجام نشده و در نتیجه این نیرو باعث اتلاف انرژی نمی‌شود. برای روشن شدن موضوع شتاب حرکت جسم را یکبار به کمک قوانین حرکت و یکبار به کمک قانون بقای انرژی مکانیکی محاسبه می‌کنیم.

الف) به استوانه نیروهای اصطکاک ایستایی f_s، وزن mg و نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد می‌شود (شکل ۷). تنها نیرویی که حول محور دوران (محور گذرنده از مرکز ثقل) گشتاور دارد، نیروی اصطکاک ایستایی است.

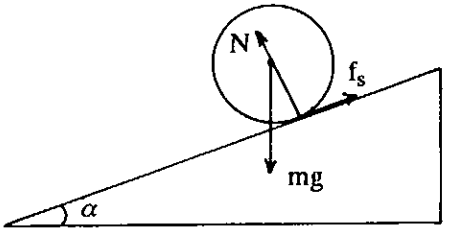
$$N - mg\cos\alpha = 0$$

$$mg\sin\alpha - f_s = ma$$

$$\tau = I\alpha \longrightarrow f_s \times R = \frac{1}{2} mR^2 \times \frac{a}{R} \longrightarrow f_s = \frac{1}{2} ma$$

از حل معادله‌های فوق حاصل می‌شود:

$$a = \frac{2}{3} g\sin\alpha \quad , \quad f_s = \frac{1}{3} mg\sin\alpha$$



شکل ۷

ب) اگر استوانه در راستای قائم به اندازه Δh سقوط کند داریم (شکل ۸):

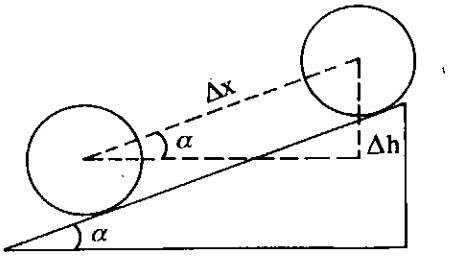
$$\Delta E_p = -\Delta E_c$$

$$-mg\Delta h = -\left[\frac{1}{2} m\left(v_2^2 - v_1^2\right) + \frac{1}{2} I\left(\omega_2^2 - \omega_1^2\right)\right]$$

$$\Delta h = \Delta x \sin\alpha, \quad \omega = \frac{V}{R}, \quad I = \frac{1}{2} mR^2, \quad V_2^2 - V_1^2 = 2a\Delta x$$

با جایگزینی و ساده کردن رابطه حاصل می‌شود:

$$a = \frac{2}{3} g\sin\alpha$$

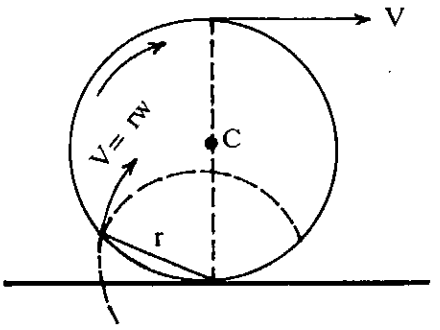


شکل ۸

نتیجه می‌شود که جواب در هر دو مورد یکسان است و نیروی اصطکاک ایستایی هم از رابطهٔ $mg\sin\alpha - f_s = ma$، همان مقدار قبلی به دست می‌آید.

بحث جانبی:

در پاسخ به پرسش آخر گفته شد که نیروی اصطکاک چرخ در حال غلتش بر روی یک سطح (بدون لغزش) نیروی اصطکاک سکون است. چون وقتی یک چرخ می‌غلتد و جلو می‌رود، محور دوران آنی از محل تماس چرخ با سطح می‌گذرد و سرعت محل تماس چرخ با تکیه‌گاه نسبت به این محور صفر است.



شکل ۹

سرعت هر ذره از چرخ نسبت به این محور برابر $V=r\omega$ است که r فاصله ذره از محور دوران و ω سرعت زاویه‌ای چرخ است (شکل ۹). مثلاً سرعت ذره‌ای از چرخ که در انتهای قطر گذرنده از محور دوران واقع است ماکزیمم و برابر $V=2R\omega$، سرعت مرکز چرخ برابر $V=R\omega$ و سرعت ذره‌ای از چرخ واقع بر محور دوران یعنی محل تماس چرخ با تکیه‌گاه به علت آنکه $r=0$ است برابر $V=0$ می‌شود.

بنابراین محل تماس چرخ با تکیه‌گاه در هر لحظه نسبت به تکیه‌گاه ساکن است و به چرخ نیروی اصطکاک ایستایی و به طرف جلو وارد می‌شود.

در مورد نیروی محرک که در پاسخ به پرسش چهارم به آن اشاره شد نیز باید توجه کرد که نیروی محرک را معمولاً دانش‌آموزان حاصل از سوخت مواد محترقه می‌دانند که از طرف موتور به اتومبیل وارد می‌شود. در صورتی که این نیرو داخلی است و نمی‌تواند موجب شتاب اتومبیل شود. نیروی محرک، چرخ را می‌چرخاند و بعلت چرخش چرخ به آن نیروی اصطکاک ایستایی به طرف جلو وارد می‌شود و عکس‌العمل آن نیز بطرف عقب به تکیه‌گاه وارد می‌شود. پرتاب شدن ذرات خاک به عقب یا پرتاب شدن قطعه تخته‌ای از زیر چرخ به عقب صحت این ادعا را روشن می‌کند، وقتی پدال گاز را فشار می‌دهیم، سرعت دوران چرخ در نتیجه نیروی اصطکاک ایستایی افزایش می‌یابد. حداکثر شتاب حرکت اتومبیل مربوط به هنگامی است که چرخ در آستانه لغزش واقع شود، یعنی نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی اصطکاک در آستانه حرکت برابر شود.

فرار مغزهای علمی از جهان سوم و اروپای مرکزی و شرقی[1و۲]

گردآوری و ترجمهٔ دکتر عزت‌الله ارضی
گروه فیزیک دانشگاه تهران

۱ ــ منظره‌ای از کنفرانس. در ردیف جلو در وسط پرفسور فورتی از مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی عالی، چپ و راست به ترتیب ریپاندلی و پیناتلی از وزارت امور خارجهٔ ایتالیا.

برای آکادمی علوم جهان سوم[3] و نیز برای مرکز بین‌المللی فیزیک نظری[4] واقع در تریست ایتالیا، مسئلهٔ فرار مغزها موضوع تازه‌ای نیست. رسیدگی به مسئلهٔ فرار مغزها و یا بهتر بگوئیم «انتقال معکوس تکنولوژی» از ملل فقیرتر به کشورهای پیشرفته‌تر، در واقع علت وجودی این دو سازمان بین‌المللی است. امواج جدید مهاجرت از ممالک مدیترانه‌ای و درحال توسعه و نیز از اروپای مرکزی و شرقی به غرب مورد توجه حکومت‌های کشورهای غربی قرار گرفته است. بطور مشخص، سازمان دهی مجدد آکادمی‌ها و دانشگاهها در اروپای شرقی بعد از سال ۱۹۸۹ به گونه‌ایست که تعداد زیادی از دانشمندان فعال، دیگر در استخدام سازمان‌های قبلی خود نخواهند بود و مجبور خواهند شد بین ترک وطن و یا ترک شغل خود یکی را برگزینند.

وقایع اخیر، پرفسور محمد عبدالسلام، پرزیدنت آکادمی علوم جهان سوم و رئیس

مرکز بین‌المللی فیزیک نظری را بر آن داشت تا ترتیب برگزاری یک میز گرد را با شرکت متخصصان سراسر دنیا در روزهای ۲۵ و ۲۶ مارس ۱۹۹۱ بدهد. عبدالسلام در سخنرانی افتتاحیهٔ خود گفت که تمام فعالیت‌های بشر نهایتاً بخاطر مردم و بخاطر بهره‌برداری مردم از آنهاست. علم و تکنولوژی بالاترین و برجسته‌ترین دستاورد بشریت بوده و منشاء تمام ثروت‌هاست، چرا که امروزه اکثر ابزارها و ماشین آلات مدرن بطور فزاینده‌ای از علم و تکنولوژی استفاده می‌کنند. به همین دلیل است که جوامع علاقمند به پیشرفت تمام توجه خود را به سرمایه‌گذاری بر نیروی انسانی و بطور مشخصی بر دانشمندان و تکنولوژیست‌ها معطوف کرده‌اند. پرفسور سلام گفت که فرار مغزها بخصوص برای جهان سوّم مسئله‌ای جدی است. او تأکید کرد که دانشمندان معمولاً بخاطر حقوق بیشتر مهاجرت نمی‌کنند، بلکه بخاطر وجود شرایط زیربنایی بهتر در کشورهای پیشرفته، دست به این کار می‌زنند. درکشورهای جهان سوّم معمولاً وجود کنترل‌های اداری و کاغذبازی، فقدان امکانات با کیفیت خوب، نبود قدرشناسی و احترام اجتماعی، کمبود بودجه برای علم و تکنولوژی و تحقیقات و توسعه همگی عوامل تشدید کنندهٔ فرار مغزها هستند. از طرفی کشورهای میزبان عموماً مشتاقند که دانشمندان ترک میهن کرده را در سازمان‌های علمی خود بپذیرند. برای مثال، ایالات متحدهٔ آمریکا، تحصیل کرده‌های چینی را در کشور خود نگهمیدارد، زیرا تعداد دانشجویان تحصیل کرده در آمریکا کمتر از آنست که برای توسعه و پیشرفت این کشور مورد نیاز است. به عقیدهٔ پرفسور عبدالسلام، ایجاد زیربنای بهتر در کشورهای درحال رشد، شامل دسترسی به اطلاعات علمی روز، وسایل و امکانات محاسباتی و کامپیوتری، یکی از مهمترین چاره‌های جلوگیری از فرار مغزها است. بعلاوه، امکاناتی نظیر آنچه که در آکادمی علوم جهان سوّم و مرکز بین‌المللی فیزیک نظری فراهم آمده است، باید در جاهای دیگر نیز توسعه یابد و برنامهٔ سازمان ملل مبنی بر «انتقال دانش به کشورهای درحال رشد از طریق اتباع ترک میهن کرده»[5] باید بیشتر به اجرا درآید و بهتر مورد بهره‌برداری قرار گیرد.[5] پرفسور سلام به بانک جهانی پیشنهاد می‌کند که احداث بیست مرکز منطقه‌ای ــ بین‌المللی را بپذیرد. چنین مراکزی، فرصت‌هایی را دراختیار دانشمندان قرار می‌دهد که بطور موقت در آنجا به کارهای تحقیقاتی بپردازند، درحالی که به سازمان‌های علمی موطن خودشان در کشورهای درحال رشد وابسته باقی بمانند، و بدین ترتیب پس از مدتی متقاعد خواهند شد که مهاجرت نکنند.

پرفسور اِکونگ[6] دبیرکل جامعهٔ دانشگاهیان آفریقا می‌گوید: مهاجرت آفریقائی‌ها به کشورهای غنی‌تر بطور فزاینده‌ای مشکل‌تر شده است، زیرا هزینهٔ تحصیل در بعضی از کشورهای اروپائی و ایالات متحدهٔ آمریکا خیلی زیاد است، درحالی که وضعیت اقتصادی در قارهٔ آفریقا در دههٔ گذشته روبه وخامت گذاشته است.

از طرف دیگر، بخاطر مشکلات موجود در پیدا کردن شغل مناسب در مؤسسات علمی غرب، تحصیل کرده‌های تعلیم دیدهٔ آفریقائی، مقصد مهاجرت خود را از شمال به خاورمیانه و کشورهای آفریقائی غنی‌تر تغییر داده‌اند. تدابیر اتخاذ شده جهت بازداشتن آفریقائی‌ها از ترک میهن (نظیر ایجاد محدودیت در مسافرت و نظائر آن) و یا تشویق مهاجرین به بازگشت به میهن، موقعی که امکانات کاری تأمین نشده باشد، اثر محدودی داشته است. پرفسور اِکونگ معتقد است که تنها راه جلوگیری از فرار مغزها برای آفریقائی‌ها،

۲ ــ پرفسور محمد عبدالسلام (نفر وسط) می‌گوید که دانشمندان جهان سوم معمولاً به خاطر حقوق بیشتر مهاجرت نمی‌کنند،بلکه به خاطر وجود شرایط زیربنائی بهتر در کشورهای پیشرفته است که به این کار دست می‌زنند. پرفسور اِکونگ (نفر سمت چپ) و پرفسور عدنان حمونی این موضوع را تأیید می‌کنند.

بهبود محیط کار در این کشورها است. فقط در این صورت است که دانشمندان آفریقائی در میهنشان خواهند ماند و بدنبال آن، ترک میهن کرده‌ها که برای توسعه کشور مورد نیازند، بازخواهند گشت.

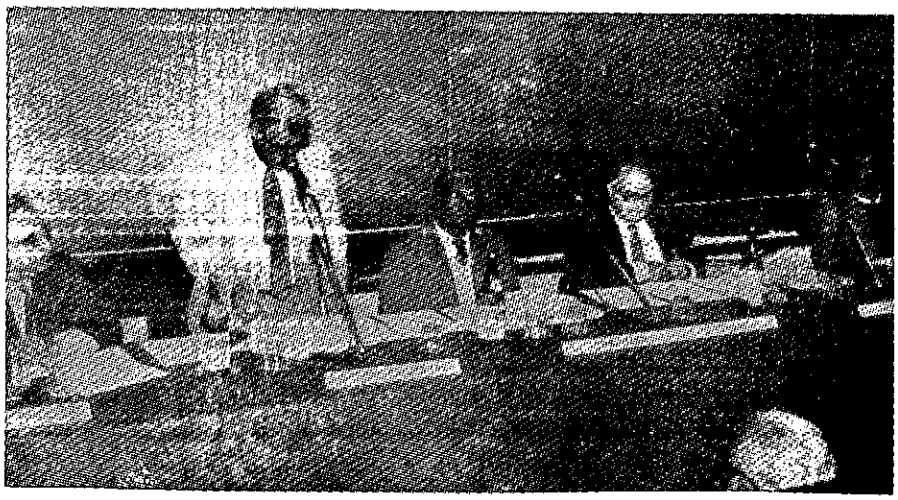
پرفسور عدنان حموئی[7] از کویت و مرکز بین‌المللی فیزیک نظری، پس از بحثی کلی راجع به جهان عرب، اشاره کرد که بدلایلی که ذکر خواهد شد، امروزه تعداد کمتری از تحصیل‌کرده‌های عرب جلای وطن می‌کنند. دلایل بدین قرار است: وجود امکانات بیشتر از پیش برای تحصیلات دورهٔ لیسانس در جهان عرب، شهریه‌های دانشگاهی فوق‌العاده زیاد و هزینه‌های سنگین زندگی در غرب و کنترل فزاینده و محدودیت‌های ویزا که توسط مقامات عربی اعمال می‌شود. مضافاً اینکه، در غرب سیاست‌های جدی مهاجرت وجود دارد که درمورد اعراب اغلب با پیش‌داوری و تعصب اعمال می‌شود. بنابراین، بسیاری از تحصیل‌کرده‌های عرب ترجیح می‌دهند در کشورهای غنی نفت‌خیز سکونت گزینند.

پرفسور اورِسته مورِتو[8] پرزیدنت آکادمی ملّی علوم طبیعی و محض آرژانتین، اوضاع را در برزیل نگران کننده، در ونزوئلا و کلمبیا مشکل، در شیلی کمی بهتر، در بولیوی و پاراگوئه نه چندان بد، ولی در آرژانتین تأسف‌آور خواند. برخلاف انتظار، آرژانتین، کشوری که سرمایه‌گذاری قابل‌توجهی در علوم کرده است، از فرار مغزها بیشترین صدمه را می‌برد. آکادمی پرفسور مورِتو در حال تهیه طرح‌هایی برای دولت است که در آن موارد زیر توصیه شده است: بهبود شرایط کار، ایجاد محیط فرهنگی بهتر و سرمایه‌گذاری بیشتر. این دومین اقدام است و اوّلین اقدام نتایج قابل ملاحظه‌ای ببار نیاورد.

کوزمینوف[9]، رئیس دایرهٔ علوم و تکنولوژی یونسکو، گفت که در پنج سال گذشته که دنیا شاهد دموکراتیک کردن اروپای مرکزی و شرقی بود، آهنگ مهاجرت تحصیل‌کرده‌ها از شرق به غرب بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. وی اظهار امیدواری کرد که قسمتی از این مهاجرت‌ها فقط موقتی باشند. بنابراین برای هر دو طرف، کشورهای میزبان و موطن مهاجرین، سودمند خواهد بود. ولی افزود آنچه که عمیقاً نگران‌کننده است، مهاجرت‌های درازمدت بهترین استعدادها از اروپای شرقی به خارج است، مهاجرتی که انگیزه‌اش جستجو برای پیدا کردن اوضاع اقتصادی ــ اجتماعی و شرایط زندگی بهتر و یافتن موقعیت‌های جدید پیشرفتهٔ شغلی است که بتوانند در محیطی که امکانات تحقیقاتی بهتر و پشتیبانی تکنیکی دارد، کار کنند. یونسکو این وضعیت خاص اروپا را مورد ارزیابی و ردیابی قرار خواهد داد و پیشنهاد خواهد کرد که طی یک‌سری اقدام‌های جدی و اتخاذ تدابیر اضطراری، از فرار و از دست رفتن استعدادهای علمی و فرهنگی اروپا جلوگیری شود. یکی از این پیشنهادها، تخصیص بودجهٔ پایدار علمی برای اروپای شرقی است. از ادارهٔ ایشان در ونیز ایتالیا خواسته شده است تا یک گروه کار برای جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات راجع به فرار مغزها تشکیل دهد و برای برگزاری فعالیت‌هائی نظیر تشکیل دوره‌هایی راجع به مدیریت عملی پروژه‌های علمی و غیره، با همکاری مقام‌های ملی، کمک کند، تا پلی بین حدفاصل تفکرات علمی غربی و شرقی زده شود و این کار تا حدی که مقتضای علمی ایجاب می‌کند، ادامه یابد.

سفیر پاپیک[10]، عضو سابق کمیسیون جنوب، اعداد و ارقامی راجع به حرکت‌های مهاجرت بین‌المللی ارائه داد: براساس آمار سازمان جهانی کار، بیست‌میلیون مهاجر وجود دارد، ۷۰۰۰۰۰ مهاجر تعلیم‌دیده در سی سال گذشته در ایالات متحدهٔ آمریکا اسکان گزیده‌اند و در کانادا ۱۵۰،۰۰۰. آمار نشان می‌دهد که سود حاصل از صرفه‌جوئی در تعلیم این افراد برای آمریکا به عنوان کشور پذیرنده فقط در طی دوسال ۱۹۷۲ ــ ۱۹۷۱ در حدود ۱/۷ میلیارد دلار بوده است! فرار مغزها برای کشورهای میزبان برکت و برای کشورهای در حال رشد مصیبت است. برای کندکردن آهنگ مهاجرت تحصیل کرده‌ها، باید توافق نامه‌های دوجانبه و چندجانبه، با درنظر گرفتن منافع هر دو طرف قضیه، به امضا برسد. برنامه‌های کمک‌های کشورهای صنعتی به کشورهای در حال رشد باید به گونه‌ای باشد که جنبهٔ جذب پرسنل ماهر مهاجر را به مملکت خود تقویت نماید. ولی هنوز هم راه حل واقعی در توسعه و بهبود اوضاع اقتصادی و اجتماعی داخل کشورهای مربوطه نهفته است.

به نظر پرفسور گالیلئو ویولینی[11] از مرکز بین‌المللی فیزیک بوگوتا در کلمبیا، کشوری که از مهاجرت اتباعش به کشورهای مجاور یا به ایالات متحدهٔ آمریکا رنج می‌برد، در تشویق اتباع مهاجرش به بازگشت به وطن نمی‌تواند موفق باشد. دراین کشور دو برنامه، استوار بر پایهٔ انگیزه‌های مالی، در سال ۱۹۷۲ و ۱۹۸۲ اجرا شده است. فقط تعداد کمی از دانشمندان باز گشته‌اند، زیرا براساس تحقیقاتی که از بازگشته‌ها شده، بعضی از علت‌هایی که باعث اتخاذ تصمیم خروج از کشورشان شده است، بهبود جدی نیافته‌اند. بهرحال، برای بازگشت موقت، تدابیر پیشنهادی برنامه‌های سازمان ملل تأثیرات قابل‌ذکری در آمریکای لاتین



۳ ــ فرار مغزها برای کشورهای میزبان برکت و برای کشورهای در حال رشد مصیبت است. از چپ به راست پرفسور دریس بن ساری، سامارانایاکه، اِکونگ، ویولینی و اسلام.

داشته است.

چند مطالعهٔ محلی توسط افراد زیر ارائه شد:

دریس‌بن‌ساری[۱۲] از مراکش، جمال اسلام از بنگلادش که تجربیات شخصی خود را به عنوان یک مهاجر قبلی که پس از ۱۶ سال کار در خارج از کشور به میهنش بازگشته بود، بیان کرد. سامارانایاکه[۱۳] به تفصیل دلایل مهاجرت تحصیل کرده‌ها از سریلانکا و تدابیری که بر ضد این فرآیند اتخاذ شده است را مورد بحث و بررسی قرار داد. گزارش‌هایی از چکوسلواکی و اتحاد جماهیر شوروی سابق به ترتیب توسط میرتوس[۱۴] و کاستیوک[۱۵] ارائه شد.

روش‌هایی که برای جلوگیری از مهاجرت توسط آکادمی علوم جهان سوم و مرکز بین‌المللی فیزیک نظری اعمال شده است، به طور مبسوطی توسط منشی اجرائی آکادمی، پروفسور محمدحسن و معاون مرکز، پروفسور لوشیانو برتاکی[۱۶] توضیح داده شد.

تاکافی بودن امکانات ارتباطی در کشورهای جهان سوم یکی از دلایل بازدارندهٔ بازگشت دانشمندان جهان سوم به میهنشان است. یرمان بلازیچ[۱۷] از یوگوسلاوی صحبتی شیوا در مورد توسعه‌های اخیر در زمینهٔ ارتباط از طریق شبکه‌های کامپیوتری ارائه داد.

پرفسور ماریو بووا[۱۸] گفت که وزارت دانشگاهها و تحقیقات علمی بسیار علاقه‌مند است که دانشمندان و محققان جهان سوم پس از پایان اقامت موقتشان در ایتالیا، دوباره در کشورشان گرد هم جمع شوند. او گفت که این وزارت‌خانه کمک خواهد کرد که وسایل علمی در اختیار آنان قرار گیرد و تماس‌های بعدی با دانشمندان ایتالیائی تسهیل شود. برای حداقل کردن خطر فرار مغزها، این وزارت‌خانه ترجیح می‌دهد برگزاری کنفرانس‌ها و گردهمایی‌های علمی را در خود کشورهای در حال رشد پشتیبانی کند. همچنین، برنامه‌ای را طرفداری می‌کند که در آن تکنولوژی به حفظ محیط ارتباط داده شود. پرفسور بووا به این موضوع نیز توجه داد که کشورهای جهان سوّم شاید بتوانند با برنامهٔ EUREKA متعلق به کشورهای بازار مشترک همکاری کنند، گرچه این برنامه وابستگی زیادی به بازار دارد.

دکتر اِمانوئل پیناتلی[۱۹] از وزارت امور خارجهٔ ایتالیا گفت که علاوه بر برنامه‌های چندجانبهٔ این وزارت‌خانه که شامل سیستم تریست و برنامهٔ آزمایشگاه جهانی[۲۰] که توسط پرفسور آنتونینو زیکیکی[۲۱] از مرکز اروپائی تحقیقات هسته‌ای (سرن) اداره می‌شود نیز هست، ایتالیا تعداد زیادی برنامه را به صورت دوجانبه در کشورهای جهان سوّم نیز حمایت می‌کند. در پنج سال گذشته مبلغ شصت میلیون دلار در زمینه کشاورزی و مواد غذائی توسط ایتالیا در این راه هزینه شده است. پیناتلی معتقد است که همکاری آینده فقط در زمینهٔ انرژیهای تجدیدپذیر و بیوتکنولوژی متمرکز خواهد بود.

کاروسو[۲۲] یکی از وزراء ایتالیا که به نمایندگی از طرف معاون نخست‌وزیر ایتالیا آمده بود، در جمع‌بندی تأکید کرد که دولت ایتالیا مصمم است که با قضیه مهاجرت و مسئله انرژی و فرار مغزها برخورد کند و در این راه درس‌هایی را که از جنگ اخیر خلیج فارس آموخته شده، درنظر بگیرد.

در پایان کنفرانس، برای جلوگیری از فرار مغزها، توصیه‌های زیر پس از بحث و بررسی مورد تصویب قرار گرفت:

۱ ــ دولت‌های جهان سوّم باید با بهبود شرایط کار برای دانشمندان و تکنولوژیست‌های ماهر خود و دخالت دادن کامل آنها در برنامه‌های توسعهٔ ملی خود، تدابیری اتخاذ نمایند که مهاجرت آنان به خارج از کشور

متوقف شود. دولتها باید به دانشمندان و تکنولوژیستهای خود، که در موارد متعدد نشان داده‌اند که از بسیاری از دانشمندان و متخصصان فنی خارجی اجیر شده به عنوان مشاور قابلیت‌های بهتری دارند، اعتماد کامل داشته باشد.

۲ ــ برای مقابله با فرار مغزها از کشورهای جهان سوّم، ساختن مؤسساتی در تمام سطوح علمی اعم از آموزشی، تربیتی و تحقیقاتی باید به شدت وحدت در این کشورها تعقیب شود. لازمهٔ آن بازسازی زیربنای علمی مدارس و دانشگاهها و تضمین فراهم آوردن وسایل، مجلات و کتابهای علمی است.

۳ ــ تأسیس مراکز تحقیقاتی و تعلیماتی در سطح جهانی در کشورهای جهان سوّم در زمینه‌های بحرانی نظیر تأمین موادّ غذائی، تأمین انرژی، امراض مناطق گرمسیری، فرسایش خاک، جلوگیری از قطع درختان جنگل، کویرزدایی و غیره برای بقاء و اعتبار ملل در حال رشد حیاتی است.

۴ ــ علاوه بر اینها، به کوششی بین‌المللی نیاز هست تا مراکز تحقیقاتی و تعلیماتی سطح بالا در موضوعات کلیدی جبههٔ مقدم علم و تکنولوژی پیشرفته، نظیر بیولوژی ملکولی، بیوتکنولوژی، انفورماتیک و مواد جدید تأسیس شود.

۵ ــ کوشش زیادی باید صرف شود تا مؤسسات تحقیقاتی و تعلیماتی شایستهٔ موجود در کشورهای جهان سوّم به حرکت کامل درآیند تا دانشمندان کشورهای با امکانات فقیرتر را تعلیم دهند. برای تسهیل بیشتر توسعهٔ منابع بشری، یک برنامهٔ منطقه‌ای برای اعطای بورس تحصیلی باید توسط دولت‌های جهان سوّم و آژانس‌های خیّر حمایت شود تا دانشجویان بتوانند تحصیلات خود را در جهان سوّم در مؤسساتی با زیربنای علمی بهتر و امکانات مناسب‌تر، دنبال نمایند.

۶ ــ نیاز فوری به شناسائی، پرورش و تأمین خوراک فکری دانشجویان مستعد جوان که دارای توانائی‌های علمی استثنائی هستند وجود دارد. برای نیل به این هدف، باید در کشورهای جهان سوّم مؤسساتی به وجود آید که وظیفه آنها جستجو و شکوفا کردن استعدادهای درخشان باشد. این چنین مؤسسات می‌توانند طی اجرای برنامه‌های منطقه‌ای، نظیر برگزاری المپیادهای مدارس، استعدادهای درخشان را شناسائی و تشویق نمایند. این مؤسسات همچنین می‌توانند مدارس و کالج‌های با دانشجویان گلچین تأسیس کنند و نیز دوره‌های تخصصی خاص برگزار نمایند تا خوراک فکری لازم برای شکوفا شدن این استعدادها در اختیار آنها قرار گیرد.

۷ ــ دولتها باید تدابیری اتخاذ نمایند تا ارتباط قوی بین مؤسسات تحقیقاتی، صنعت و کشاورزی با هدف درگیر کردن دانشمندان و تکنولوژیست‌ها در بخش‌های عمدهٔ تولید در مملکت ارتقاء یابد.

نسخه‌های اکثر سخنرانی‌های ارائه شده در این کنفرانس را می‌توان از مرکز بین‌المللی فیزیک نظری دریافت کرد. آدرس آن به قرار زیر است.

Dr. A. M. Hamende
International Centre for Theoretical Physics
P . O . Box 586
Trieste
Italy.

زیرنویسها:

۱ ــ Scientific Brain Drain in the Third World and in Central and Eastern Europe (Jan. – March 1991). by: A. M. Hamende, The Third World Academy of Sciences Newsletter. 3(1), 1-2&17.

۲ ــ Round Table Conference on Scientific Brain Drain in the Third World and in Central and Eastern Europe (March – April 1991). News from ICTP. 44/45, 1–3.

۳ ــ Third World Academy of sciences (TWAS)

۴ ــ International Centre for Theoretical Physics (ICTP)

۵ ــ Transfer of Knowledge Through Expatriate Nationals (TOKTEN)

۶ ــ Prof. D.E.U. Ekong

۷ ــ Prof. Adnan Hamoui

۸ ــ Prof. Oreste Moretto

۹ ــ V. Kuzminov

۱۰ ــ Ambassador A. Papic

۱۱ ــ Prof. Galileo Violini

۱۲ ــ Driss Ben Sari

۱۳ ــ V. K. Samaranayake

۱۴ ــ Miertus

۱۵ ــ V. V. Kostiuk

۱۶ ــ Prof. Luciano Bertocchi

۱۷ ــ B. Jerman – Blazic

۱۸ ــ Prof. Mario Bova

۱۹ ــ Dr. Emanuele Pignatelli

۲۰ ــ World Laboratory

۲۱ ــ Prof. Antonino Zichichi

۲۲ ــ Minister F. Caruso

دست آن می‌شدند.

شاهان صفوی با وجود ارتباطی که با اروپای در حال پیشرفت داشتند نخواستند و یا نتوانستند در پایه گذاری علمی و فنی مملکت قدم اساسی بردارند. ایران پس از صفویه نیز درگیر ترکان عثمانی و حمله ازبکان و فتنه افاغنه و فرقه‌بازیها و جنگهای ملوک‌الطوایفی و جدالهای بیحاصل مذهبی شد و دوره‌های افشاریه و زندیه و قاجاریه و پهلوی بدتر از گذشته در بی‌خبری گذشت. روزبروز فاصله ما با دنیای علم و تکنولوژی بیشتر شد. سالها رفت و بدان سیرت و سان است که بود.

عنایت خداوند و بذل مساعی و فداکاری ایرانیان وطندوست و همت بلند مردان دانایی مانند میرزاتقی‌خان امیرکبیر موجب شد که ایران پایدار بماند و تجدید حیات کند.

حدود یکصدوپنجاه سال پیش همزمان با تأسیس دارالفنون (۱۲۶۸ هـ.ق)، کشور ما همگام با کشور ژاپن در آستانه اخذ علوم و فنون جدید قرار گرفت.

در حالی که ما در بی‌خبری بسر می‌بردیم، محور تمدن فرنگی بودیم و یا به تقلید کورکورانه از آن می‌پرداختیم، عموم مردم ژاپن در فراگیری دست‌آوردهای دانش بشری سعی و تلاش می‌کردند و کارگزاران حکومتی و رجال کشور ژاپن نیز برای خدمت کمر همت بسته بودند. بر سر راه آموزش و پژوهش علمی در کشور ما موانع عمده‌ای قرار دارد که بر هر ناظر کم‌آگاهی هم پوشیده نیست. مشکل مهم ما در کلاف سردرگم رابطه‌های اجتماعی و اقتصادی است که هم‌اکنون باید با سرانگشت تدبیر گره‌گشای آن باشیم.

خوشبختانه امروز عموماً مدیران کشور به این باور رسیده‌اند که نیاز جامعه ما به آموزش علوم پایه، در ردیف احتیاجات و ضروریات اولیه زندگی است و برای وصول به استقلال ملی راهی جز توسل و تجهیز به این سلاح نداریم. برای جلوگیری از اتلاف منابع حیاتی کشور و احیا و اعتلای صنعت آن ناچار باید به آموزش علوم و فنون متوسل شویم.

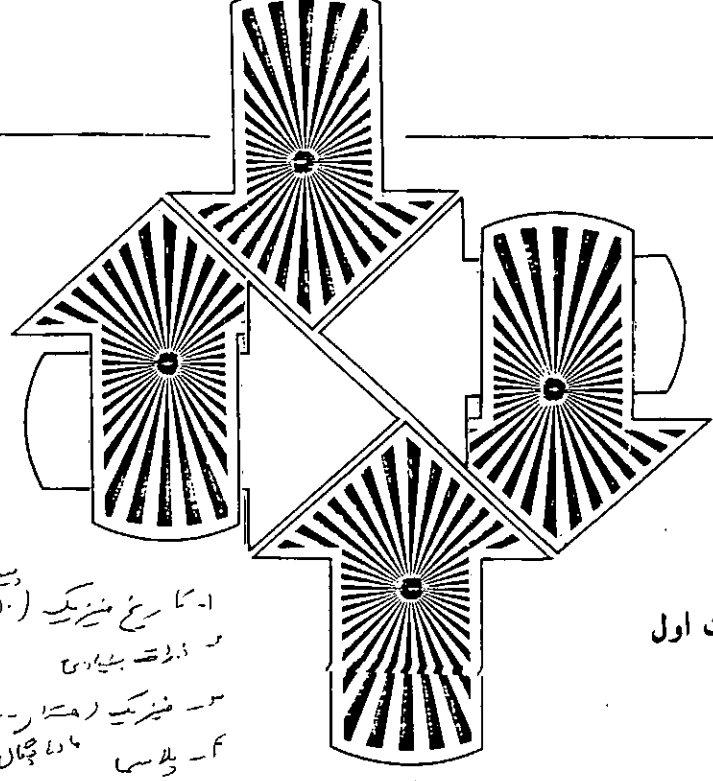
در گذشته کارگزاران حکومت پیشرفت علمی و فنی کشور را در خرید و استفاده از توپ و تفنگ و تانک و وسایل جنگی می‌دانستند و هیچگونه کشش و کوششی نداشتند که مشکل دفاعی مملکت را به‌طور اساسی با پایه گذاری درست آموزش و پژوهش علمی حل کنند.

نباید تصور کنیم که با وارد کردن ماشین‌آلات گوناگون صنعتی از خارج و خرید انبوه کامپیوترها و وسائل رنگارنگ الکترونیکی دردهای جامعه چاره خواهد شد. علم و تکنیک پابه‌پای یکدیگر به پیش می‌روند. صنعتی که متکی به علم نباشد حاصلی نخواهد داشت. علوم پایه، اساس تکنولوژیهای پیشرفته جدید را تشکیل می‌دهد، پیش از همه باید برای آموزش علوم، به‌خصوص فیزیک، از دبستان تا آخرین مراحل دانشگاهی، بودجه و برنامه مناسب درنظر بگیریم.

بعضی از عوامل منفی در راه پیشرفت آموزش و پژوهش علوم در ایران به اختصار عبارت است از: جاذبه شغلهای پردرآمد در مقایسه با تحصیل در رشته‌های علمی ـ کمبود ابزار و لوازم و نشریات لازم علمی ـ عدم تبادل مستقیم اطلاعات علمی ـ کافی نبودن تعداد پژوهشگر ـ معلوم نبودن زمینه ی مشخص تحقیق ـ فرار مغزها ـ ناآشنایی به کارهای گروهی در علوم ـ نداشتن اطلاعات و آمار دقیق از نیازهای اساسی کشور ـ فداکردن کیفیت با افزایش گیج‌کننده تعداد دانشگاهها و دانشجوها ـ مدرک گرایی که هر روز تنور آن گرم‌تر می‌شود و ... چگونه باید این موانع را از پیش پا برداریم؟ مطالبی است که در آینده از آن سخن خواهیم گفت.

با وجود همهٔ این مشکلات آنچه را که بارها گفته‌ایم تکرار می‌کنیم که کشور ما در میان کشورهای اسلامی و جهان سوم دارای مختصات مثبتی است که می‌تواند پیش‌آهنگ تجدید حیات تمدن درخشان اسلامی شود. ما دارای فرهنگ غنی و سابقهٔ تابناک تمدن قدیمی هستیم. سرزمین ما به اندازهٔ کافی صاحب منابع گرانبها، خاک وسیع و حاصلخیز، جمعیت پرتوان و مردم هوشیار است. ایثار و فداکاری و شجاعت جوانان ما در انقلاب شکوهمند اسلامی و جنگ چندسالهٔ اخیر موجب تحسین دنیاست. هم‌اکنون هزاران تحصیلکردهٔ ایرانی در مراکز علمی دنیا با افتخار و سرافرازی به امور علمی مشغولند. پشتوانهٔ تعالیم عالیهٔ اسلامی و نظیر بسیاری از عوامل، که برشمردیم می‌تواند برای ملت ایران، زمینهٔ «تولدی دیگر» را در عرصهٔ علم فراهم سازد.

با تغییرات مطلوب و خدایی در روح و نفس خویش و با اعتصام به «حبل الله» و توسل به حق و تقوی به رحمت پروردگار و انجام امر و وعدهٔ خداوند و به تجدید حیات تمدن درخشان اسلامی و طلوع یک نهضت علمی انسان‌ساز و الهی در آیندهٔ نه بسیار دور، امید و ایمان داشته باشیم.



قسمت اول

فیزیک در دههٔ آینده[1]

(۱۹۹۰-۱۹۹۹)

ترجمهٔ دکتر علی پذیرنده[2]

مقدمه

این نوشتار نگاه کوتاهی به نکات برجسته‌ای از بررسی انجام شده در بارهٔ فیزیک در دهه ۱۹۹۰ است. هدف از این بررسی، تعیین زمینه‌های اصلی دانش فیزیک است. گزارش مفصل این بررسی در هشت جلد تحت عنوان «مرزهای مشترک علمی، کاربردهای تکنولوژیکی و نگرش کلی»[3] منتشر شده است.

در قسمت اوّل این مختصر به نکات برجسته‌ای از پیشرفتهای فیزیک در ده سال گذشته اشاره می‌شود و اینکه پیشرفتها در چه جهتی بوده است. در قسمت دوّم ارتباط فیزیک با علوم دیگر و نیازهای جامعه مشخص خواهد شد. و برآنچه که در این دو قسمت تأکید شده جنبه‌های کاربردی فیزیک است، در قسمت سوم به بعضی از شرایط و خواسته‌هایی که فیزیک را در صدر قرار می‌دهد اشاره خواهد شد که هم‌چنان در برگیرنده خلاصه‌ای از توصیه‌های مهم به کمیته بررسی فیزیک است.

الف ــ نکات برجسته‌ای از پیشرفتهای فیزیک[4]

فیزیک ذرات بنیادی[5]

فیزیک ذرات بنیادی مطالعه ماهیت اساسی ماده و نیرو است. هدف اصلی فیزیکدانان ذرات بنیادی پژوهش در بارهٔ خواص نهادهای بنیادین تشکیل دهندهٔ ماده و نیروهای حاکم بر رفتار ماده است.

در طی چند سال گذشته دانشمندان دریافته‌اند که می‌توان ماده را تا حد اتم و مولکول خرد کرد، و اینکه اتم متشکل از هسته‌ای است که الکترونها در اطراف آن در گردشند، و اینکه هسته متشکل از پروتون و نوترون است. به جز الکترون، هیچ یک از این تکه‌های ماده، ساده یا بنیادی نیست.

در دو دههٔ اخیر با استفاده از شتابدهنده‌های پرقدرت و بهره‌گیری از نظریه‌های جدید در بارهٔ هسته پیشرفتهای شگرفی در فیزیک هسته‌ای رخ داده است و دانشمندان دریافته‌اند که ماده فقط از دو نوع ذره بنیادی تشکیل شده است ــ کوراکها که پرتونها و نوترونها از آنها ساخته شده‌اند، و لپتونها از قبیل الکترونها. و تمام نیروهای پیچیدهٔ عملگر بر ساختار ماده ناشی از سه نوع نیروی بنیادی است: نیروی گرانشی، نیروی الکترومغناطیسی ضعیف و نیروی قوی هسته‌ای.

با درک مفاهیم تازه ماده و نیروها، فیزیکدانان سؤالهای عمیق‌تری را مطرح کرده‌اند. ما هنوز به درستی درک نکرده‌ایم که چه چیزی خواص بنیادی کوراکها و لپتونها از جمله جرم و پایداری آنها را به وجود می‌آورد. به علاوه تشابه فرمولبندی ریاضی بین نیروهای بنیادی این ندا را می‌دهد که پیوند عمیق‌تری بین نیروها وجود دارد و شاید همهٔ

این نیروها مظهر یک نیروی اساسی است؛ شاید عالم به یک تقارن ریشه‌ای برگردد. آیا می‌توانیم این نیروی اساسی را پیدا کنیم؟ آیا می‌توانیم این تقارن ریشه‌ای را دریابیم؟

برای جواب دادن به این سؤالها و انجام اندازه‌گیریهایی در وادی مجهولها و خارج از چهارچوب این سؤالها نیاز به شتابدهنده‌های پرقدرت جدید، تکنولوژی و نظریه‌های جدیدتری است. اندازه و هزینه پرقدرت‌ترین شتابدهنده‌های ذرات نیازمند سرمایه‌گذاریهای ملی و تا حد امکان همکاریهای بین‌المللی است.

فیزیک هسته‌ای[۶]

فیزیکدانان هسته‌ای در فکر جنبه‌های مختلف هسته اتمی نظیر ابعاد، ترکیب و شرایطی که در آن هسته‌ها متلاشی می‌شوند هستند. اکنون دریافته‌ایم که پروتون و نوترون که روزگاری به عنوان واحدهای ساختمانی مجرد هسته تلقی می‌شدند خود از کوارکها تشکیل شده‌اند. هنوز هیچ کس کوارک تکی را مشاهده نکرده است. یکی از سؤالهای بنیادی که فیزیکدانان هسته‌ای با آن مواجهند بررسی دقیق رفتار کوارکهای درون هسته در فرایند برخورد با ذرات پرانرژی است. محاسبات نظری پیش‌بینی می‌کند که در این فرایندها پلاسمایی از کوارکها ایجاد می‌شود در این حالت جدید، ماده چگالی فوق‌العاده زیاد شبیه آنچه که در ابتدای خلقت جهان در انفجار بزرگ رخ داده است، دارد. این مرز هیجان‌انگیز دانش فیزیک منجر به درک اساسی‌تری از نه تنها هسته‌ها بلکه سیر تکاملی جهان هستی خواهد شد.

در کوشش پی‌گیر برای مطالعه خواص هسته‌ها و نیروهای نگهدارنده این ذرات به یکدیگر، هسته‌ها را تحت تابش ذرات پرانرژی نظیر الکترونها، پروتونها و خود هسته‌ها قرار می‌دهند. در این رهگذر دانشمندان به دانستنیهای زیادی پی می‌برند به اینکه چگونه هسته‌ها برانگیخته می‌شوند، ساختار الکتریکی و مغناطیسی آنها چگونه است و کمیتهایی که در کاربردهای پزشکی و زمین‌شناسی اهمیت دارند، چنان که در زیر بحث خواهد شد. فیزیک هسته‌ای هم چنان چشمه سرشاری از اطلاعات برای درک عمیق قوانین اساسی طبیعت باقی خواهد ماند.

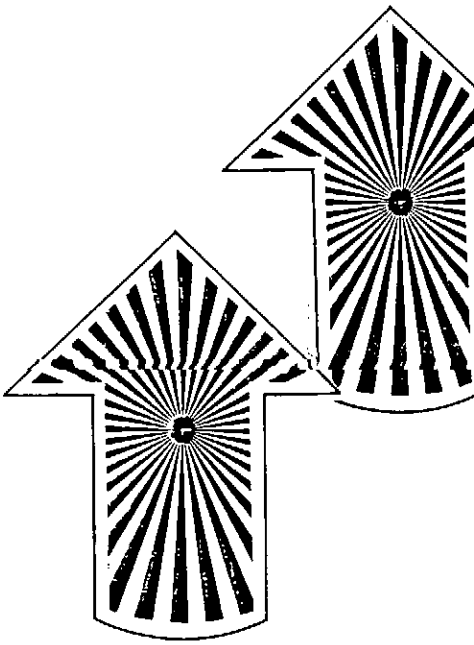
فیزیک اتمی، مولکولی و نوری[۷]

فیزیک اتمی، مولکولی و نوری از جهات زیادی با هم مشابه هستند و به طور طبیعی به صورت یک رشته واحد درآمده‌اند. نکته دیگر، هدف مشترک آنها در درک ساختار اتمها ومولکولهای ساده و چگونگی برهم کنش آنهابا یکدیگر و بانور است. با استفاده از این روشها می‌توان در مهندسی محیط زیست و هواشناسی بسیار دقیق، پیشرفت حاصل نمود.

یکی از وسایل جدید تله ذره است که شامل یک میدان الکترومغناطیسی است. این میدان به شکلی طراحی شده است که می‌تواند ذرات باردار ــ حتی یک الکترون و یا یک یون ــ را برای ماه‌ها در خود نگهدارد. اندازه‌گیری با الکترونهای تک یکی از جدیدترین ابزارها برای آزمون نظریه کوانتومی است. تله ذرات راه جدیدی برای مطالعهٔ برخوردها و واکنشهای بین مولکولها است وامیدی برای ساخت ساعتهای اتمی بسیار بسیار دقیق است.

اساس کار ساعتهای اتمی حفظ یکی از حرکتهای داخلی اتم به عنوان آونگ است. از آنجا که اتمهای همنوع فرکانسهای مساوی تابش می‌کنند بنابراین ساعتهای اتمی می‌توانند فوق‌العاده دقیق باشند. ساعتهای اتمی به طور گسترده با دقتی بهتر از یک ثانیه در صد هزار سال و در موارد ویژه با دقت یک ثانیه در ده میلیون سال ساخته شده‌اند. استفاده از این ساعتها در پژوهشهای فضایی برای همزمانی علامتها و تعیین موقعیت سفینه‌ها در فضا بسیار با اهمیت است و دقت آنها در تعیین موقعیت سفینه‌ها تا حدود ده متر می‌رسد. لیزر یکی دیگر از هیجان‌انگیزترین پدیده‌های علم فیزیک اتمی، مولکولی و نوری است. پرتو لیزر علاوه بر یکنواختی دارای درجه خلوص رنگ (طول موج) بسیار دقیق است. یک لیزر با توان چند وات در زمین را می‌توان حتی در ماه رؤیت کرد. لیزرها انقلابی عظیم در فیزیک اتمی مولکولی و نوری به وجود آورده و در تمام رشته‌های علوم، به ویژه در صنعت و پزشکی، جا باز کرده است. کاربردهای لیزر بی‌شمار است که می‌توان از جمله آنالیز جو، جراحی لیزری، ارتباطات به کمک رشته‌های نوری، چاپ لیزری، دستگاه‌های الکترونیکی خانگی، ساخت ابزار در کارخانه‌ها به کمک لیزر، تولید و مطالعهٔ نمونه‌های جدید اتمی و مولکولی، آزمون نظریه نسبیت، مطالعه پلیمرها و بلورهای مایع واندازه‌گیری مواد بیولوژیکی را نام برد.

در دهه ۱۹۷۰ دانشمندان به کمک لیزر موفق به ایجاد آذرخشهای نوری با طول زمانی 10^{-12} ثانیه شدند. اکنون پالسهای لیزری هزار برابر کوتاه‌تر شده و تاچند فمتوثانیه($f=10^{-15}$) رسیده است و در این مدت، نور کمتر از یک صدم قطر موی سر انسان را می‌پیماید. با لیزرهای فمتوثانیه حتی می‌توان از مولکولها در طول واکنشهای شیمیایی و یا الکترونها هنگامی که گرما را در فلزات انتقال می‌دهند عکس گرفت یا فیلمبرداری کرد. این فیلمها امکان می‌دهند که موتورهای احتراقی با بازده بیشتر را طراحی کرد و محصولات فرعی حاصل از احتراق را کنترل نمود. در آینده برای انتقال علامتها در کامپیوترهای بسیار سریع جدید به جای الکترونهای کند از پالسهای بسیار سریع نوری استفاده خواهد شد.



پلاسماها و شاره‌ها

درک چگونگی جریان شاره‌ها موضوع اساسی در درک پدیده‌های متعددی از قبیل احتراق، جریان خون در رگها، انتشار امواج صوتی، آئرودینامیک، زمین‌ساختی صفحه‌ای تخته سنگها[8] است، نگاهی دقیق به پلاسماها به ما این امکان را می‌دهد تا به ماهیت اغلب مواد عالم از جمله خورشید، ستارگان، مغناطیس سپهر[9]، طوفانهای بین ستارگان، و کهکشانها که از پلاسما تشکیل یافته‌اند پی ببریم. مدل‌سازی این سیستمهای غیرخطی پیچیده نیازمند روشهای ریاضی فوق‌العاده پیشرفته و بهره‌گیری از کامپیوترهای بسیار سریع است.

پلاسما گازی است بسیار داغ به طوری که بسیاری از اتمهایش از هم پاشیده شده‌اند و الکترونهای آنها کنده شده و اتمها نیمه برهنه باقی مانده‌اند. پژوهشهای زیادی به منظور استخراج انرژی سرشار و مهار واکنشهای همجوشی هسته‌ای که می‌تواندروزی منبع لایزال انرژی برای بشر باشد انجام گرفته است. برای این کار می‌توان پلاسما را تا دمایی داغ کرد که در نتیجهٔ همجوشی هسته‌ای، انرژی زیادی آزاد می‌شود. انجام و کنترل همجوشی بسیار دشوار است. پیشرفتهای فنی بسیار زیادی در تولید و کنترل واکنش زنجیره‌ای همجوشی به وقوع پیوسته است و این تکنولوژی وارد دوران جدیدی از شرایط برقراری همجوشی در پلاسمای دو تریوم شده است.

اخیراً فیزیکدانان کشف کرده‌اند که می‌توان از پلاسماها برای شتاب دادن ذرات باردار استفاده کرد. با تاباندن پرتو لیزر به درون پلاسما، موجهای پلاسما همواره با میدانهای الکتریکی بسیار قوی با سرعتی در حدود سرعت نور به وجود می‌آیند. با این میدانها می‌توان به ذرات باردار سرعت بخشید. شتابدهنده‌هایی که بر این اساس ساخته می‌شوند دارای میدانهای الکتریکی هزار برابر قوی‌تر اما با ابعادی به مراتب کوچک‌تر از شتابدهنده‌های معمولی است. به کارگیری شتابدهنده‌هایی که با این اصول کار می‌کنند ممکن است سالها به طول بینجامد.

پژوهش در پلاسماهای همجوشی و شتابدهنده‌های جدید کمک فراوانی به درک حالت پلاسما وشاره‌ها در سیستمهای فوق‌العاده پیچیده می‌کند. پیشرفتهای تکنیکی بستگی زیادی به درک بنیادی اثرات غیرخطی و تلاطمهای[10] شاره‌ها دارند. موفقیتهای اخیر در نظریه‌ها، ریاضیات و کامپیوترها منجر به پدید آمدن موضوع جدیدی شده است که فیزیکدانان آنرا آشوب[11] نامیده‌اند. حرکت دود سیگار ابتدا به آرامی و با تقارن صورت می‌گیرد و سپس به تدریج درهم می‌پیچد و به صورت حلقه‌های نامنظم و درهم و برهم درمی‌آید. این حلقه‌های درهم فرورفته بزرگ و بزرگتر می‌شوند و ناگهان شکسته شده و به صورت حلقه‌های جدیدی درمی‌آیند. شکسته شدن حلقه‌ها مثالی از حرکت آشوبی است و مثالهای دیگری در زیست‌شناسی جمعیت، طرح مدارهای سیارکها، و جریانهای جوی را می‌توان نام برد. فیزیکدانان با استفاده از کامپیوترهای سریع سرگرم طراحی مدلها و بررسی حرکتهای آشوبی و نحوه شکل‌گیری آنها هستند.

فیزیک مادهٔ چگال[12]

ماده در چهار حالت یافت می‌شود که عبارتند از گاز، پلاسما، مایع و جامد. فیزیکدانان مادهٔ چگال خواص فیزیکی دو نوع اخیر را مطالعه می‌کنند. در گذشته فیزیکدانان ماده چگال، ماده جامد کامل را به صورت شبکه‌های منظم اتمها درنظر می‌گرفتند. در مدلهای آنها جسم کاملاً جامد بود و توجهی به سطوح خارجی آن نمی‌شد. در دهه اخیر، فیزیکدانان ماده چگال متوجه ساختار واقعی‌تر و مدلهای پیچیده‌تر شدند، موادی که نظم کمی داشته و یا اصلاً نظمی ندارند و مواد با ساختارهای مصنوعی با نظمهای جدید و سطوحی که خواص آنها کاملاً با خواص داخلی ماده متفاوت است.

این فیزیکدانان با به کارگرفتن روشهای مختلف اجسام جامدی را می‌سازند که در طبیعت یافت نمی‌شوند. یکی از راه‌ها، سردکردن بسیار سریع مایع است به نحوی که مولکولها و اتمها فرصت نمی‌یابند در محلهای معین بلوری جا بگیرند و یا احیاناً جا به‌جا شوند. ماده جامد حاصل بی‌شکل (آمورف) نامیده می‌شود. بدین‌ترتیب چون سطوح تخت بلوری وجود نخواهد داشت که بتوانند روی هم بلغزند ماده بسیار محکم‌تر است.

روش دیگر لایه‌گذاری به ضخامت یک اتم

بر روی یک سطح بسیار تمیز است. این لایه، عملاً، یک ماده دوبعدی است. چنین لایه‌هایی دارای خواص نوری و الکترونیکی فوق‌العاده‌ایست، و مثلاً می‌توان از آنها به عنوان دیودهای نورگسیل استفاده کرد.

روش سوّم لایه‌گذاریهای دوبعدی از مواد مختلف است که بر روی‌هم متناوباً قرار دارند. این مواد را ابرشبکه[۱۳] می‌نامند. با تغییر ضخامت و نوع ماده می‌توان خواص ابرشبکه را تغییر داد، مثلاً می‌توان رسانایی الکتریکی ماده را کم یا زیاد کرد و یا اینکه خواص مغناطیسی قابل کنترل در اختیار داشت.

مواد تازه و روشهای تازهٔ ساخت آنها تنها از نقطه‌نظر عملی جالب نیست بلکه دارای کاربردهای تکنولوژیکی مهمّی است. پیشرفت تکنیکهای مختلف ساخت مواد نه تنها منجر به تغییر خواص الکترونیکی و مغناطیسی و استحکام مواد می‌شود بلکه دانش ما را در درک این واقعیت که در سطح مواد و فصل مشترک آنها چه رخ می‌دهد بیشتر می‌سازد. مثلاً تراشه‌های کامپیوتری[۱۴] به اندازه‌ای کوچک شده‌اند که سطوح خارجی آنها نقش عمده‌ای بازی می‌کنند. و واکنشهای شیمیایی که در صنایع حیاتی است، به ویژه کاربرد کاتالیزورها و اکسیداسیون، در سطح رخ می‌دهند. در میان تمام شاخه‌های فیزیک، فیزیک ماده چگال مستقیماً باعث پیشرفتهایی در تکنولوژی شده است. بسیاری از کاربردهای بخش ب در این مقاله از مباحث فیزیک ماده چگال گرفته شده است.

فیزیک گرانشی، کیهانشناسی و پرتو کیهانی[۱۵]

اکنون بشر ابزاری در اختیار دارد که بهتر می‌تواند کیهان را ببیند و ایده‌های جدید پیدا کند. علاوه بر تلسکوپهای نوری و رادیویی بسیار قوی زمینی، تلسکوپهای مداری در حال‌حاضر قادرند امواج فرو سرخ، فرابنفش، پرتوایکس و پرتوگاما را که از ستارگان و کهکشانها و مرزهای عالم به ما می‌رسند دریافت دارند. پرتوهای کیهانی اطلاعات زیادی از فرآیندهای پرانرژی نظیر ابرنواخترها را در اختیار ما می‌گذارند.

فیزیکدانان نیروی گرانشی انتظار دارند که با آشکارسازی امواج گرانشی به چهره‌های جدیدی از کیهان دست‌یابند. اینشتین انتشار امواج گرانشی جرمهای متحرک را شبیه انتشار امواج الکترو مغناطیسی ذرات باردار متحرک می‌پنداشت. این امواج بسیار ضعیف هستند، و فقط برای جرمهای بزرگی نظیر خورشید و سیارات انرژی امواج گرانشی قابل‌ملاحظه است. مثلاً انرژی در واحد زمانِ امواج گرانشی زمین در گردش به حول خورشید در حدود ۲۰۰ وات است ــ به اندازه یک لامپ معمولی. وقتی یک ستاره عظیم فرومی‌پاشد[۱۶] انرژی زیادی به صورت امواج گرانشی تابش می‌کند که معادل جرم خورشید است. اخیراً برای اندازه‌گیری امواج گرانشی آزمایشی را انجام دادند که در آن یک میله فلزی را در یک محفظهٔ کاملاً منزوی از نوسانهای اکوستیکی آویزان نگهداشته و دمای آنرا تا نزدیک صفر مطلق پایین آوردند. این میله حساسیت نسبتاً زیادی برای دریافت امواج گرانشی پدیده‌های فیزیک کیهانی نظیر تشکیل و ائتلاف سیاه‌چاله‌ها[۱۷] دارد. پیش‌بینی می‌شود تا اواخر قرن حاضر امکان ارسال آشکارسازهای تداخل‌سنجی با ابعاد عظیم و حساسیت زیاد به فضا فراهم شود.

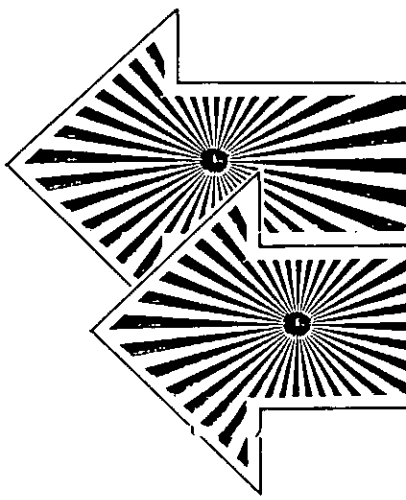
پنجاه سال پیش دانشمندان کیهانشناس چنین می‌پنداشتند که عالم از یک انفجار بزرگ سرچشمه گرفته است؛ سی‌سال بعد فیزیکدانان توانستند پستاب[۱۸] چنین انفجاری را آشکار سازند. در حال حاضر نظریه انفجار بزرگ[۱۹] همه‌گیر و موردقبول عام دانشمندان کیهانشناس است. در دهه اخیر کیهانشناسان کوشش فراوان کرده‌اند که از طریق انسجام اطلاعات دریافتی از کیهان، مدلی ابداع نمایند تا نظام کیهان و رفتار آن را در مقیاسهای بزرگ تشریح کنند.

سؤالهایی مطرحند از قبیل، آیا کیهان هم‌چنان در حال گسترش باقی خواهد ماند؟ آیا آهنگ انبساط معکوس خواهد شد و دوباره کل عالم مادی فرو می‌پاشد؟ آیا ستارگان و کهکشانها ماده عمده کیهان را می‌سازند؟ یا بیشترِ ماده غیرقابل دیدن است که شاید از ذراتی تشکیل یافته که بر طبق نظریه‌ها وجود دارند ولی هنوز آشکار نشده‌اند؟ ستاره‌ها و کهکشانها در ابتدا چگونه به وجود آمده‌اند؟ چه چیزی باعث تشکیل حلقه‌های عظیم و رشته‌های پیچیده کهکشانها شده است؟

در دهه گذشته، کیهانشناسان توجه خود را به فیزیک ذرات بنیادی معطوف داشته‌اند تا بلکه جوابهایی برای سؤالهای مطرح شده در مورد شکل‌گیری و فرآیندهای ابتدای عالم بیابند. به عنوان مثال فیزیکدانان ذرات بنیادی ممکن است با بهره‌گیری از نظریه انفجار بزرگ (مِهبانگ) بتوانند معمای نسبت ماده به تابش را در کیهان تشریح کنند. این دانشمندان وجود ذرات جدیدی را پیشنهاد کرده‌اند که ممکن است سازنده ماده عالم باشند یا چگونگی انبساط کیهان را تعیین کنند. از آنجا که ممکن است همین ذرات ماده غیرقابل رؤیت را نیز به وجود آورند، کیهانشناسان در حال‌حاضر آزمایشهایی را برای ردیابی آنها طراحی می‌کنند. کشف چنین ذراتی می‌تواند سنگ پایه جدید فیزیک باشد.

ب. مرزهای علمی مشترک و کاربردهای تکنولوژیکی فیزیک با علوم دیگر و جامعه[۲۰]

فیزیک پایهٔ علوم طبیعی است. تمام مواد بیولوژیکی نظیر پروتئین، ژنها، اعضاء و تمام مواد مصنوعی، زمین، دریا، و جو از ذرات و



اتمها تشکیل شده‌اند. در این رابطه فیزیک، رشته‌های دیگری نظیر شیمی، زیست‌شناسی، ژئوفیزیک، و علم مواد را تحت شعاع قرار می‌دهد. مفاهیم و تکنیکهای اساسی فیزیک در تمام علوم فیزیکی به کار می‌رود. رشته‌های جدید علوم در واقع از فصل مشترک این علوم و فیزیک سرچشمه می‌گیرند و ساختاری ایجاد می‌کنند که بارها بزرگ‌تر از مجموع اجزاء آنست. علوم میان رشته‌ای[۲۱] یکی از بهترین زمینه‌های علمی دههٔ آینده است.

یکی دیگر از امیدهای روشن دهه آینده تکنولوژی است: هم اکنون ما در میانهٔ انقلاب صنعتی دوّم هستیم. انواع لیزرها، ترانزیستورها، نیمه رساناها، نوارهای مغناطیسی، ترانه‌های کامپیوتری شدیداً وضعیت اجتماعی مردم را دگرگون کرده است. پیشرفت این تکنولوژیها بستگی به تحقیقات بنیادی در فیزیک دارد. مثلاً اساس تصویرسازی تشدید مغناطیسی (M.R.I)[۲۲] که یک تکنیک غیر تخریبی است که از داخل اجسام و بدن انسان تصویر می‌گیرد، توسط فیزیکدانان مشهوری چون ادوارد پورسل و فلیکس بلوچ[۲۳] هنگامی کشف شد که سرگرم بررسی بر هم کنش میدانهای مغناطیسی با مواد بودند. ویلیام شاکلی، جان باردین، و والتر براتین[۲۴] ضمن مطالعه درباره حرکت جریان الکتریکی از داخل نیمه رساناها تحت شرایط مختلف، پی به خاصیتی بردند که منجر به کشف ترانزیستور شد و راه را برای مدارهای یکپارچه،[۲۵] میکرو الکترونیک، و انقلاب در کامپیوتر باز کرد. مطالعات آرتور شاولو و چارلز تاونس[۲۶] درباره اثر نور بر مولکولها منجر به *کشف لیزر* شد.

در حال حاضر زمان بین کشف یک پدیده و کاربرد آن در صنایع بسیار کوتاه و کوتاه‌تر می‌شود. الکترونیک بسیار سریع، ارتباطات نوری، وسایل پیشرفته پزشکی و سیستمهای دفاعی در عرض چند سال بعد از کشف اصول پایه آنها تا حد کمال پیشرفت کردند. آینده تکنولوژی و علوم طبیعی بستگی عمیق به مرزهای مشترک جدید و کاربردهای فیزیک در سایر رشته‌ها دارد.

ژئوفیزیک[۲۷]

ژئوفیزیک زائیده پیوند زمین‌شناسی و فیزیک است که ساختار و دینامیک جامدات زمین، دریاها و جو را بررسی می‌کند. فیزیک نه تنها بسیاری از مدلهای بنیادی ژئوفیزیک را پایه‌ریزی می‌کند بلکه دستگاه‌های اندازه‌گیری آنرا نیز طراحی می‌کند.

گردش اقیانوسها، واکنش بین اقیانوسها و جو، الگوهای هواشناسی، مدلهای اثر گلخانه‌ای همه و همه مسائلی از تلاطم دو یا سه بعدی هستند. تلاطم هنوز یکی از مسائل لاینحل فیزیک است. با وجود این ژئوفیزیکدانان قادرند مشاهدات خود و فیزیک مربوطه را از طریق شبیه‌سازی (سیمولاسیون) به کمک کامپیوتر به صورت مدلهای واقعی برای تشریح پدیده‌های اقیانوسها به وجود آوردند. برخی از بزرگترین و سریع‌ترین کامپیوترهایی که تاکنون ساخته شده‌اند اختصاص به پژوهش در این زمینه داده شده‌اند. لیکن حل کامل این مسائل در انتظار ساخت کامپیوترهای پیشرفته‌تری است.

بیست سال پیش، موقعیت رشته کوه‌ها، خطوط زلزله، و آتش‌فشانها تعیین شده بود ولی به خوبی علت آنها درک نشده بود. اکنون ژئوفیزیکدانان دریافته‌اند که سطح زمین از تخته سنگهای بزرگی تشکیل یافته است که با سرعت یک تا ده سانتیمتر در سال نسبت به هم حرکت می‌کنند. تخته سنگهای عظیم بر روی یک ماده چگال‌تر به نام گوشتهٔ زمین[۲۸] شناورند، و چون حرکت می‌کند این تخته سنگها هم حرکت می‌کنند. در بعضی از مکانها گوشته زمین بالا می‌آید و رشته‌ای به وجود می‌آورد که تا اعماق اقیانوسها ادامه می‌یابد و سپس قاره‌ها را به گوشته می‌کشاند. زمین‌لرزه در محلهایی رخ می‌دهد که تخته سنگها به حرکت در می‌آیند و کوه‌ها در محلهایی به وجود می‌آیند که تخته سنگها به هم برخورد کرده و سپس یک تخته سنگ زیر تخته سنگ دیگری رفته باعث بالا آمدن آن می‌شود، آتش‌فشانها موقعی رخ می‌دهند که گوشته به سطح زمین نزدیک می‌شود. قوانین فیزیک نیروهای حاکم بر این حرکتها را تشریح می‌کند و نیز وسائل اندازه‌گیری آنها را طراحی می‌کند. زلزله‌نگارها علاوه بر توزیع مناطق زلزله‌خیز، وضعیت تخته سنگها را کاملاً مشخص می‌کند. زلزله‌نگارها و آشکارسازهای امواج صوتی که در ردیفها و شبکه‌های منظمی قرار می‌گیرند تصویر واقعی از مقاطع لایه‌های اقیانوسها و کف اقیانوسها، ریز ساختار قاره‌ها، گردش گوشته، و سطح مقطع خود سیاره را نشان می‌دهد. ماهواره‌های مجهز به دقیق‌ترین ابزار که بر اساس قوانین اپتیکی و مواد چگال طراحی شده‌اند نه تنها حرکتهای جو بلکه مسیر جنبش قاره‌ها را مشخص می‌کنند.

فیزیک زیست‌شناسی[۲۹]

مطالعه جنبه‌های پیچیده و جالب زندگی در نهایت وابسته به اصول فیزیک است. فیزیک از طریق مطالعه دستگاه‌های نامنظم کاربرد آنها در آمار به کمک دستگاه‌های حساس اندازه‌گیری می‌تواند این پیچیدگیها را بر اساس مبانی فیزیک آشکار کند.

تکنیکهای پیشرفته نظیر بلورنگاری، پرتو ایکس، میکروسکوپ الکترونی و انواع دیگر اسپکتروسکوپها چنان در پژوهشهای بیولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرند که اغلب منشأ فیزیکی آنها فراموش می‌شود. فیزیک زیست‌شناسی گسترهٔ وسیعی از خواص موجودات زنده از مولکولها گرفته تا یاخته‌ها و غشاءها را مورد مطالعه قرار می‌دهد و مطالعه را تا سیستمهای چند یاخته‌ای نظیر مغز ادامه می‌دهد.

هم اکنون زیست‌شناسان می‌توانند به کمک دستگاه‌های بسیار حساس بررسی کنند که چگونه تک تک مولکولها علامتهای الکتریکی را از غشاء یاخته عصبی انتقال می‌دهند. علامتهای الکتریکی جریانهایی هستند که از طریق یونهای سدیم، پتاسیم، کلر، و کلسیم انتقال می‌یابند. در غشاء یاخته عصبی مولکولهای پروتئینی خاصی قرار دارند که جریان را از غشاء عبور می‌دهند. مولکولهای پروتئینی با تغییر شکل و ایجاد آرایشهای مختلف جریان الکتریکی را کنترل می‌کنند. زیست‌شناسان علاقمندند بدانند که چگونه مسیر جریان باز می‌شود و چگونه اتمهای مختلف را تمیز می‌دهند.

اخیراً فیزیکدانان وسائلی را ساخته‌اند که دارای حساسیت فوق‌العاده زیاد بوده می‌توانند عبور جریان الکتریکی را از داخل تک تک مولکولها تشخیص دهند و مقدار این جریان تنها یک تریلیونم (10^{-12}) جریانی است که از یک لامپ معمولی می‌گذرد.

براساس دانستنیهای فیزیکی می‌توان نحوه ورود مواد خارجی نظیر هورمون، پادتن، آلرژنها، ویروسها و باکتریها را به داخل یاخته‌ها تشریح کرد. در سطح یاخته‌ها پروتئینهایی، به نام گیرنده‌ها، هستند که مواد خارجی به آنها وصل شده وارد یاخته می‌شوند. ساختار گیرنده نوع ماده خارجی را برای اتصال تعیین می‌کند. به محض اینکه یک ماده خارجی به یک گیرنده وصل شد، گیرنده آن را به محلهای معین در غشاء یاخته می‌برد. در این محلها گیرنده، مادهٔ خارجی را به داخل یاخته می‌فرستد. دستگاه‌های الکترو اپتیکی بسیار ظریف این امکان را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد تا بتوانند گیرنده‌ها را مورد بررسی قرار داده دریابند که چگونه یاخته‌ها مواد خارجی را گرفته و آنها را به سطح یاخته برده و از آنجا به داخل یاخته راهنمایی می‌کند.

یکی از مسائلی که زیست‌شناسان را سخت به خود مشغول کرده است سازماندهی مغز است. مغز شبکه‌ای از عصبهاست که هر عصب داده‌ها را از عصبهای مجاور دریافت می‌کند و علامتهایی را به عصبهای دیگر می‌فرستد. برای مطالعه شبکه عصبی، فیزیکدانان زیست‌شناسی از مدلهای فیزیک آماری کمک گرفته و برهم کنشهای بین اتمها را تشریح می‌کنند. مدلهای مشابه برای تشریح جو ستارگان تراکم گازها، و برخی مواد با سمت‌گیریهای مغناطیسی کاتوره‌ای به نام شیشه‌های اسپینی[۳۰] به کار می‌روند. در مدل بیولوژی، شبکه‌های عصبی بسیاری از جنبه‌های مشخصی را که در مغز خود می‌یابیم به نمایش می‌گذارد: شبکه‌های عصبی گاهی اطلاعات را از دست می‌دهند و آن را به فراموشی می‌سپارند و گاهی نیز با اطلاعات بسیار زیاد به حالت اشباع درآمده موجب خطاهایی می‌شوند.

ادامه دارد

زیرنویسها:

۱ ــ PHYSICS THROUGH THE 1990s

۲ ــ استاد فیزیک دانشگاه تهران

۳ ــ Scientific Interfaces and Technological Applications and An Overview

۴ ــ PRO GRESS IN PHYSICS- SOME HIGH LIGHTS

۵ ــ Elementary-particle physics

۶ ــ Nuclear Physics

۷ ــ Atomic, Molecular, and Optical Physics

۸ ــ plate tectonics.

۹ ــ magnetosphere

۱۰ ــ turbulance

۱۱ ــ chaos

۱۲ ــ Condensed-Matter Physics

۱۳ ــ superlattice

۱۴ ــ computer chips

۱۵ ــ Gravitational, Cosmological, and Cosmic-Ray Physics

۱۶ ــ coliapse

۱۷ ــ coalescence of black holes

۱۸ ــ afterglow

۱۹ ــ big-bang theory

۲۰ ــ SCIENTIFIC INTERFACES AND TECHNOLOGICAL APPLICATIONS- PHYSICS, OTHER SCIENCES, AND SOCIETY

۲۱ ــ interdisciplinary science

۲۲ ــ magnetic resonance imaging

۲۳ ــ Edward Purcell and felix Bloch

۲۴ ــ William Shockley, John Bardeen, and Walter Brattain.

۲۵ ــ integrated circuits

۲۶ ــ Arthur Schawlow and Charles Townes

۲۷ ــ Geophysics

۲۸ ــ mantle

۲۹ ــ Biological Physics

۳۰ ــ random magnetic orientations called spin glasses

۱- سوالات (گزینش دانشجو ۱۳۷۱)
۲- آموزش فیزیک (سوالات گزینش دانشجو ۱۳۷۱)
۳- ارس فیزیک (" " ")

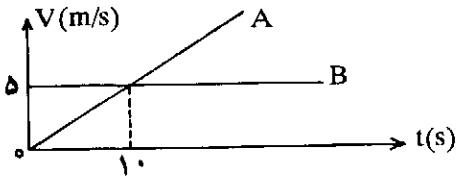
پرسشهای گزینش دانشجو
سال ۱۳۷۱

مرحلهٔ اول

رشتهٔ علوم ریاضی - فنی

۱۹۱- شکل زیر نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B را که در مبداء زمان، در یک نقطه هستند نشان می‌دهد.
متحرک A، چند ثانیه پس از شروع حرکت به متحرک B می‌رسد؟

۱) ۵ ۲) ۱۰
۳) ۱۵ ۴) ۲۰

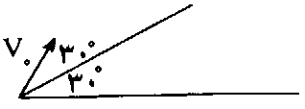


۱۹۲- جسمی را با سرعت V در هوا در راستای قائم بطرف بالا پرتاب می‌کنیم اگر زمان بالا رفتن و پایین آمدن جسم را به ترتیب T ، T′ و سرعت جسم را هنگام برگشت در نقطه پرتاب V′ فرض کنیم کدام رابطه درست است؟

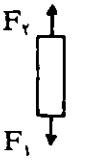
۱) $T'>T \quad V'<V$
۲) $T'=T \quad V'=V$
۳) $T'>T \quad V'>V$
۴) $T'<T \quad V'<V$

۱۹۳- جسمی را از پایین سطح شیبداری که با افق زاویه ۳۰° می‌سازد با سرعت اولیه V_0 تحت زاویه ۶۰° نسبت به افق به طرف بالای سطح پرتاب می‌کنیم. جابجایی جسم در امتداد سطح شیبدار با چه شتابی انجام می‌گیرد؟ (مقاومت هوا ناچیز)

۱) $\frac{g}{۲}$ ۲) صفر ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}g$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}g$

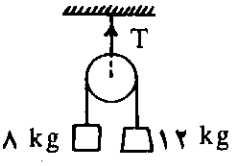


۱۹۴- به یک میله همگن دو نیروی F_1 و F_2 مطابق شکل وارد می‌شود. نیروی کشش در وسط میله کدام است؟



۱) F_1-F_2 ۲) $\frac{F_1+F_2}{2}$
۳) F_1+F_2 ۴) $\frac{F_1-F_2}{2}$

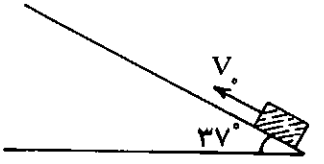
۱۹۵- اگر در شکل مقابل از نیروی اصطکاک و جرم نخ‌ها و قرقره چشم پوشی شود، نیروی کشش در نخی که قرقره را به سقف آویخته است، چند نیوتن است؟ ($g=10\,m/s^2$)



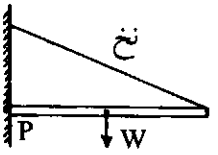
۱) ۴۰ ۲) ۹۶
۳) ۱۹۲ ۴) ۲۰۰

۱۹۶- جسمی را مطابق شکل روی سطح شیبدار به ضریب اصطکاک ۰/۲۵ که با سطح افق زاویه 37° می‌سازد با سرعت اولیه ۲۰ m/s رو به بالا پرتاب می‌کنیم. زمان رسیدن جسم به بالاترین نقطه از مسیر چند ثانیه است؟
($g=10\,m/s^2$ و $\sin 37^\circ=0/6$)

۱) ۲/۵ ۲) $\frac{10}{3}$
۳) ۴ ۴) ۵



۱۹۷- میله یکنواخت به وزن W مطابق شکل بطور افقی در نقطه P به دیوار لولا شده است.
نیرویی که از طرف لولا در نقطه P به میله وارد می‌شود دارای یک مؤلفه قائم است.
این مولفه:
۱) بزرگتر از وزن و رو به پایین است.
۲) بزرگتر از وزن و رو به بالا است.
۳) کوچکتر از وزن و رو به بالا است.
۴) کوچکتر از وزن و رو به پایین است.



۱۹۸- گلوله‌ای به جرم ۰/۵ کیلوگرم با سرعت اولیه ۲۰ m/s در راستایی که با سطح افقی زاویه 60° می‌سازد پرتاب می‌شود. تغییراندازه حرکت گلوله در ثانیه دوم حرکت چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ ($g=10\,m/s^2$)

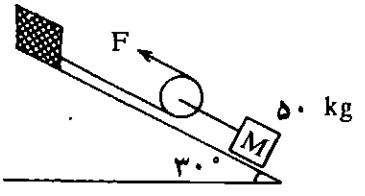
۱) ۵ ۲) ۷/۵
۳) ۱۰ ۴) ۱۵

۱۹۹- یک ماهواره در مداری که شدت میدان گرانش $\frac{1}{5}$ شدت میدان گرانش در سطح زمین است، به دور زمین، می‌چرخد. شتاب جانب مرکز ماهواره چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (در سطح زمین $g=10\,m/s^2$)

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۲ ۴) ۴

۲۰۰- مطابق شکل جسم M با سرعت ثابت به اندازه، ۲۰ متر در امتداد سطح بدون اصطکاک بالا کشیده می‌شود. کار نیروی F چند ژول است؟

۱) ۹۸۰ ۲) ۲۴۵۰
۳) ۴۹۰۰ ۴) ۹۸۰۰



۲۰۱- گلوله‌ای به جرم ۳kg با سرعت افقی ۱۰m/s به گلوله ساکنی به جرم ۱kg برخورد کرده و به آن می‌چسبد. سرعت مجموعه بعد از برخورد چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۴/۵ ۲) ۵
۳) ۶ ۴) ۷/۵

۲۰۲- یک چرخ طیار که با سرعت زاویه‌ای ثابت ۵۰ رادیان بر ثانیه در حال دوران است در اثر اعمال یک گشتاور نیروی ثابت سرعت آن در مدت ۲۰s به ۳۰ رادیان بر ثانیه می‌رسد. زاویه پیموده شده در این مدت چند رادیان است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰
۳) ۸۰۰ ۴) ۱۶۰۰

۲۰۳- دو موج در یک لحظه به یک نقطه از محیط کشسان می‌رسند. معادله یکی از دو موج $y_1=\sqrt{2}\sin \omega t$ و دیگری $y_2=\sqrt{2}\cos \omega t$ می‌باشد. دامنه موج برآیند برابر است با:

۱) ۱ ۲) ۲
۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۴) $2\sqrt{2}$

۲۰۴- معادله حرکت متحرکی بصورت $x=0/25+\sin 2\pi t$ در سیستم (SI) می‌باشد. سرعت متوسط آن در ۵ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

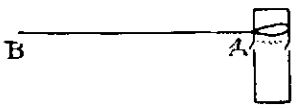
۱) صفر ۲) ۰/۰۵
۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۱۵

۲۰۵- در آزمایش یانگ فاصله بین دو شکاف و همچنین فاصله پرده از صفحه شکافها هر کدام نصف می‌شود. پهنای نوارها چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) ۱
۳) ۲ ۴) ۴

۲۰۶- یک سرطنابی (نقطه A) مطابق شکل به پایه‌ای بسته شده و سر دیگر آن (نقطه B) با حرکت نوسانی ساده‌ای به ارتعاش در می‌آید و امواج ایستاده در طول طناب تشکیل می‌شود. در طول طناب ۴ گره تشکیل شده و فاصله نقطه B از اولین گره ۴ سانتی‌متر می‌شود. طول طناب چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۶
۳) ۲۰ ۴) ۲۸



۲۰۷- فنری به جرم ناچیز و ضریب سختی ۱۰۰ N/m، آویخته شده و طول آن وقتی که وزنه‌ای بسته نشده باشد، ۳۰ سانتی‌متر است. بر آن وزنه‌ای به جرم ۵۰۰g آویخته و وزنه را با دست آنقدر به پایین می‌کشیم تا طول فنر به ۳۸ cm برسد و رها می‌کنیم. دامنه نوسانات این وزنه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۳ ۲) ۴
۳) ۵ ۴) ۸

۲۰۸- موج ایجاد شده در تار و موج صوتی حاصل از آن در هوا به ترتیب از چه نوع هستند؟

۱) طولی-عرضی ۲) طولی-طولی
۳) عرضی-عرضی ۴) عرضی-طولی

۲۰۹- نیروی کشش تاری را دو برابر و طول آن را نصف کردیم. سرعت انتشار موج در آن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\sqrt{2}$
۳) ۱ ۴) ۲

۲۱۰- فرکانس صوت اصلی لوله‌بازی با فرکانس صدای دوم

لوله صوتی بسته‌ای برابر است. نسبت طول لوله باز به طول لوله بسته برابر است با:

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۲

۲۱۱ - قطاری سوت زنان با سرعتی برابر $\frac{۱}{۱۵}$ سرعت صوت به شخصی که کنار ریلها ایستاده است، نزدیک و سپس از او دور می‌شود، اگر فرکانسی را که شخص می‌شنود هنگام نزدیک شدن با $f_۱$ و دور شدن با $f_۲$ نشان دهیم، $\frac{f_۲}{f_۱}$ کدام است؟

۱) $\frac{۷}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۷}$

۳) $\frac{۱۴}{۱۵}$ ۴) $\frac{۱۶}{۱۵}$

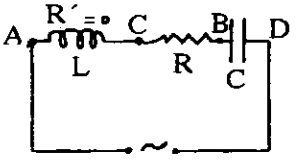
۲۱۲ - ماهواره‌ای به دور زمین در چرخش است. سرنشین ماهواره احساس بی وزنی می‌کند. این بدان علت است که:

۱) میدان جاذبه زمین بر اجسام درون ماهواره مؤثر نیست.
۲) ماهواره در خلاء حرکت می‌کند.
۳) شتاب حرکت ماهواره برابر شتاب ثقل در سطح زمین است.
۴) تکیه‌گاه او نیرویی بر او وارد نمی‌کند.

۲۱۳ - در شکل مقابل تغییرات امپدانس مدار نسبت به تغییرات فرکانس حداقل مقدار خود را دارد در این صورت کدام رابطه درست است؟

۱) $V_A-V_D=V_B-V_D$ ۲) $V_A-V_B=V_C-V_D$

۳) $V_A-V_C=V_C-V_D$ ۴) $V_C-V_B=V_B-V_D$



۲۱۴) در یک مدار جریان متناوب مقاومت ۲۰ اهمی را با یک سیم‌پیچ متوالی بسته‌ایم. اگر شدت جریان موثر این مدار ۲A و اختلاف فاز بین ولتاژ دو سر سیم‌پیچ و جریان مدار $\pi/۳$ باشد، در مورد توان حقیقی مدار می‌توان گفت:

۱) برابر ۸۰ وات است
۲) برابر ۴۰ وات است
۳) کوچکتر از ۴۰ وات است
۴) بزرگتر از ۸۰ وات است

۲۱۵ - آزمایش یانگ را یکبار با نوری بطول موج $\lambda_۱$ و بار دیگر با نوری بطول موج $\lambda_۲$ انجام داده‌ایم. در آزمایش دوم پنجمین نوار تاریک در محل پنجمین نوار روشن آزمایش اول تشکیل شده است. $\lambda_۲/\lambda_۱$ چقدر است؟ (فاصله پرده و شکافها در دو آزمایش ثابت است.)

۱) $\frac{۵}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۵}$

۳) $\frac{۱۰}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۱۰}$

۲۱۶ - بیشترین فوتونهای تابشی توسط جسمی در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد مربوط به طول موج λ است. دمای جسم را به چند درجه سانتی‌گراد برسانیم تا بیشترین تابش مربوط به طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ شود؟

۱) ۶۷۳ ۲) ۸۰۰

۳) ۱۰۷۳ ۴) ۱۳۴۶

۲۱۷ - در یک مدار نوسان کننده الکتریکی ظرفیت خازن و ضریب خودالقایی سلف هر کدام دو برابر شده‌است. فرکانس مدار چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۱ ۴) ۲

۲۱۸ - دمای یک نیمه رسانا و یک فلز را بالا می‌بریم. مقاومت

الکتریکی آنها به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

۱) هردو کاهش می‌یابد
۲) هر دو افزایش می‌یابد
۳) اولی افزایش و دومی کاهش می‌یابد
۴) اولی کاهش و دومی افزایش می‌یابد

۲۱۹- نیم عمر ماده رادیواکتیوی ۶ ساعت است. اگر ۹۶ گرم از این ماده موجود باشد، بعد از یک شبانه روز چند گرم تجزیه نشده باقی مانده است؟

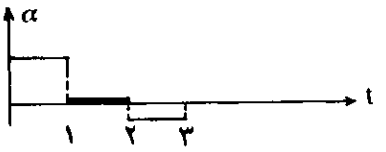
۱) ۶ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۹۰

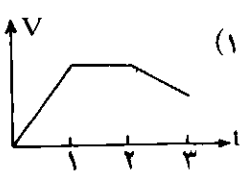
۲۲۰- مداری شامل مقاومت، خازن و سیم‌پیچ بصورت متوالی به برق شهر وصل است. اگر اختلاف فاز بین ولتاژ دو سر مدار و شدت جریان کوچکتر از 45° باشد و مقاومت را به تدریج افزایش دهیم، توان مصرفی:

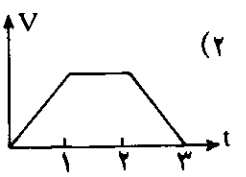
۱) اول افزایش سپس کاهش می‌یابد
۲) اول کاهش سپس افزایش می‌یابد
۳) پیوسته کاهش می‌یابد
۴) پیوسته افزایش می‌یابد

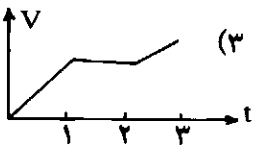
رشتهٔ علوم تجربی

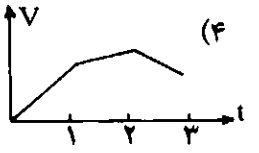
۲۲۱- نمودار شتاب - زمان متحرکی به صورت مقابل است. نمودار سرعت زمان آن به کدام صورت می‌تواند باشد؟



۱)


۲)


۳)


۴)


۲۲۲- جسمی بر روی یک سطح افقی تحت اثر نیروی F با سرعت ثابت ۴ m/s حرکت می‌کند. اگر نیروی اصطکاک لغزشی ۲۰۰N باشد، کار نیروی F در هر دقیقه چند کیلوژول است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۳
۳) ۴۸ ۴) ۴۸۰

۲۲۳- متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند بین دو لحظه $t_1=2s$ و $t_2=10s$ به ترتیب در فواصل $+5m$ و $-5m$ از مبداء قرار دارد. سرعت متوسط آن بین دو لحظه t_1 و t_2 چند متر بر ثانیه است؟

۱) $-\frac{5}{6}$ ۲) $-\frac{5}{4}$
۳) صفر ۴) $\frac{5}{4}$

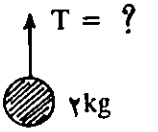
۲۲۴- جسمی که روی صفحهٔ افقی گردانی گذاشته شده است همراه صفحه گردان روی مسیر دایره‌ای شکل حول مرکز دوران می‌کند. در این حالت نیروی جانب مرکز ... است.

۱) کوچکتر از نیروی اصطکاک
۲) برابر وزن جسم
۳) بزرگتر از نیروی اصطکاک
۴) برابر با نیروی اصطکاک

۲۲۵- در ماهواره‌ای که فاصله‌اش تا سطح زمین دو برابر شعاع زمین است جسمی به جرم 9kg را روی باسکولی قرار داده‌اند، باسکول چه عددی را نشان می‌دهد؟

۱) صفر ۲) ۱۰
۳) ۴۵ ۴) ۹۰

۲۲۶- نخی به جسمی به جرم ۲kg بسته شده و جسم با شتاب ۴m/s² به حالت کند شونده در شرایط خلاء به پایین می‌آید. نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟ ($g=۱۰ m/s^۲$)



۱) ۱۲ ۲) ۲۰
۳) ۲۴ ۴) ۲۸

۲۲۷- روی یک سطح افقی بر جسمی به جرم M که با سطح دارای اصطکاک است، نیروی افقی F وارد می‌کنیم. جسم از حال سکون به حرکت در آمده و پس از مدتی به سرعت V می‌رسد. اگر کار نیروی F در این مدت W و انرژی جنبشی جسم در این لحظه E_C باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $W \leq E_C$ ۲) $W > E_C$ ۳) $W = E_C$ ۴) $W < E_C$

۲۲۸- اگر در یک آونگ مخروطی سرعت زاویه‌ای دو برابر شود... می‌شود.

۱) پریود آونگ دو برابر
۲) زاویه بین نخ و راستای قائم دو برابر
۳) نیروی کشش نخ چهار برابر
۴) نیروی جانب مرکز چهار برابر

۲۲۹- نیروی F به جسمی به جرم m در مدت t اثر کرده و سرعت آن را به اندازهٔ V تغییر داده است. چه نیرویی به جرم ۲m اثر کند تا در همان مدت سرعت آن را به اندازه ۲V تغییر دهد؟

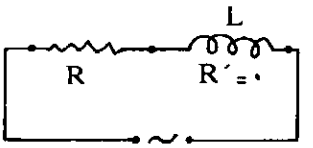
۱) ۲F ۲) ۳F
۳) ۴F ۴) ۶F

۲۳۰- دو جسم به جرم‌های m و ۲m با سرعت اولیه V_0 روی سطح افقی به حرکت در آمده و بر اثر نیروی اصطکاک با سطح به ترتیب پس از طی مسافت x و X می‌ایستند. اگر نیروی اصطکاک جسم سنگین دو برابر نیروی اصطکاک جسم سبک باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $X < x < ۲X$ ۲) $X = x$
۳) $x = ۲X$ ۴) $x = \frac{۱}{۲} X$

۲۳۱- در شکل مقابل ولتاژ موثر دو سر مقاومت R برابر ۶۰ ولت و ضریب توان مدار ۰/۶ است. اختلاف پتانسیل موثر دو سر خودالقایی L چند ولت است؟

۱) ۳۰ ۲) ۵۰
۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

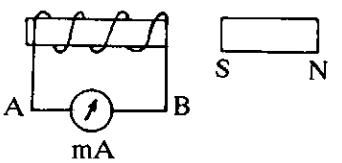


۲۳۲- ذره‌ای با بار الکتریکی $۱۰^{-۵}$ کولن با سرعت ۲۰۰ متر بر ثانیه در جهت میدان مغناطیسی در حرکت است. اگر بردار القای مغناطیسی ۰/۲۵ تسلا باشد نیروی وارد بر ذره از طرف میدان چند نیوتن است؟

۱) صفر ۲) $۲/۵ \times ۱۰^{-۴}$
۳) ۵×۱۰^{-۴} ۴) ۲۰۰۰

۲۳۳- در شکل مقابل هنگام نزدیک کردن آهن‌ربا به سیم‌پیچ جهت جریان القایی در میلی‌آمپرسنج چگونه است؟

۱) از A به طرف B
۲) متناوباً از A به B و بالعکس
۳) از B به طرف A
۴) بستگی به شتاب حرکت آهن‌ربا دارد



۲۳۴- در یک مدار جریان متناوب ولتاژ دو سر مدار نسبت به جریان $\frac{\pi}{۲}$ تاخیر فاز دارد در این مدار:

۱) فقط سلف همراه با خازن وجود دارد
۲) حتماً مقاومت وجود ندارد
۳) حتماً سلف وجود ندارد
۴) فقط خازن وجود دارد

۲۳۵- یک سیم‌پیچ در یک میدان مغناطیسی قرار دارد شار مغناطیسی که از سیم‌پیچ عبور می‌کند به صورت $\Phi=5t$ با زمان تغییر می‌کند. نیروی محرکه، القایی در دو سر سیم‌پیچ چگونه است؟

۱) تناوبی است
۲) صفر است
۳) متناسب با زمان تغییر می‌کند
۴) مقدار ثابتی است

۲۳۶- صفحات خازن پر شده‌ای را از مولد جدا کرده بدون آنکه بهم متصل شوند آنها را بهم نزدیک می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو صفحه و انرژی خازن به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

۱) کم، کم ۲) زیاد، زیاد
۳) زیاد، کم ۴) کم، زیاد

۲۳۷- ظرفیت یک خازن .....

۱) با بار الکتریکی خازن متناسب است
۲) با اختلاف پتانسیل دو سر خازن نسبت عکس دارد
۳) با مساحت صفحات که مقابل هم قرار دارند متناسب است
۴) با بار الکتریکی نسبت مستقیم و اختلاف پتانسیل نسبت عکس دارد.

۲۳۸- در یک محیط باز فاصلهٔ خود را از چشمهٔ صوت ۳ برابر می‌کنیم. شدت صوت در محل جدید تقریباً چند برابر شدت صوت در محل قبلی است؟

۱) $\frac{1}{10}$ ۲) $\frac{1}{3}$
۳) ۳ ۴) ۱۰

۲۳۹- دیاپازنی در مقابل دهانه یک لوله صوتی که انتهای آن داخل آب است مرتعش شده و تشدید حاصل می‌شود. اگر لوله را ۲۰ سانتی متر از آب خارج کنیم برای دومین بار تشدید حاصل می‌شود. تواتر دیاپازن چند هرتز است؟

(سرعت صوت در هوای لوله ۳۴۰m/s فرض می‌شود)

۱) ۴۲۵ ۲) ۸۵۰
۳) ۱۷۰۰ ۴) ۶۴۰۰

۲۴۰- در یک حرکت نوسانی ساده، اندازه، اختلاف فاز میان سرعت و بعد چند رادیان است؟

۱) درلحظات مختلف متفاوت است ۲) π
۳) $\frac{\pi}{4}$ ۴) $\frac{\pi}{2}$

۲۴۱- یک آونگ ساده با حداکثر انحراف 45° حول وضع تعادلش نوسان می‌کند. حداکثر انرژی پتانسیل ثقلی آن E_p و حداکثر انرژی جنبشی آن E_c می‌باشد. $\frac{E_p}{E_c}$ برابر است با:

۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲) ۱
۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

۲۴۲- معادله ارتعاشی یک نقطه از محیط انتشار به صورت $y=20\sin(4t+\frac{\pi}{6})$ می‌باشد. اگر سرعت انتشار موج در این محیط ۲۰m/s باشد طول موج چند متر است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۳۱/۴ ۴) ۶۲/۸

۲۴۳- انرژی جنبشی یک ذره که با دامنه a حرکت نوسانی دارد در وسط مسیر E می‌باشد. انرژی جنبشی آن در فاصله $\frac{a}{2}$ از وسط مسیر کدام است؟

۱) $\frac{1}{4}E$ ۲) $\frac{3}{8}E$ ۳) $\frac{1}{2}E$ ۴) $\frac{3}{4}E$

۲۴۴- دمای جسم سیاهی ۲۷۳ درجه سانتی‌گراد است. دمای آن را بر حسب درجه سانتی‌گراد، سه برابر می‌کنیم طول موجی که انرژی تابشی مربوط به آن ماکزیمم است چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{9}$ ۴) ۳

۲۴۵- در آزمایش یانگ به جای نور قرمز، نور آبی بکار می‌بریم. اگر شرایط دیگر آزمایش تغییر نکند پهنای نوارهای...

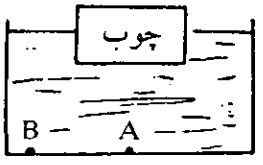
۱) تاریک و روشن بیشتر می‌شود
۲) تاریک بیشتر و روشن کمتر می‌شود
۳) تاریک و روشن کمتر می‌شود
۴) تاریک کمتر و روشن بیشتر می‌شود

مرحلهٔ دوم

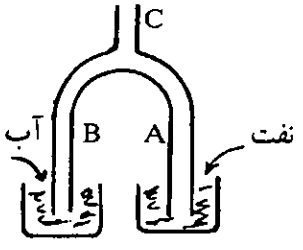
رشتهٔ علوم ریاضی - فنی

۶۶- مطابق شکل قطعه چوبی روی آب شناور است. فشار در نقاط A و B را به ترتیب P_A و P_B می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

۱) $P_A>P_B$ ۲) $P_B>P_A$
۳) $P_B=P_A$ ۴) بسته به جرم حجمی چوب ممکن است هر کدام درست باشد.



۶۷- در شکل مقابل قطر مقطع لوله در قسمت A نصف قسمت B است. اگر هوای لوله‌ها از قسمت C مکیده شود، نسبت ارتفاع آب در لوله B به ارتفاع نفت در لوله A چقدر است؟ (جرم حجمی نفت ۰/۸ گرم بر سانتیمتر مکعب است)



۱) $\frac{۱۰}{۸}$
۲) ۰/۸
۳) $\frac{۵}{۸}$
۴) ۰/۴

۶۸- ظرفی محتوی آب روی یکی از کفه‌های ترازویی گذاشته شده است و ترازو به حالت تعادل است. اگر میله‌ای به جرم ۴۰۰ گرم و به حجم ۵۰ سانتی‌متر مکعب را تا وسط میله وارد آب کنیم، به طوری که میله با ظرف تماس نداشته و آب هم بیرون نریزد، برای تعادل دوباره چند گرم وزنه باید در کفهٔ دیگر بگذاریم؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۲۰۰
۳) ۲۵ ۴) صفر

۶۹- در یک استوانه ۴۰ لیتر گاز با فشار ۵ جو وجود دارد. شیر آن را باز می‌کنیم تا فشار داخل آن به ۳ جو برسد. اگر دما ثابت بماند، گاز خارج شده در همان دما و فشار یک جو چند لیتر حجم دارد؟

۱) $\frac{۲۰۰}{۳}$ ۲) ۸۰
۳) ۱۲۰ ۴) ۲۰۰

۷۰- حداقل چند گرم یخ صفر درجه سانتیگراد می‌تواند دمای ۴۰ گرم آب ۵ درجه سانتیگراد را به صفر درجه سانتیگراد برساند؟ ($L_f=۸۰ Cal/g$ و $c=۱ Cal/g\overset{\circ}{C}$ آب)

۱) ۴۰ ۲) ۲۵
۳) ۲/۵ ۴) ۰/۲۵

۷۱- دمای یک قرص فلزی را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا به سطح آن به اندازه ۰/۰۲ سطح اولیه افزوده شود؟ ($۲\times۱۰^{-۵}/\overset{\circ}{C}$ = ضریب انبساط خطی فلز)

۱) ۵۰۰ ۲) ۷۵۰
۳) ۱۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

۷۲- برای آنکه حجم گازی را (در فشار ثابت) ۲ برابر کنیم باید دمای اولیه آن را که t درجه سلسیوس است، به $۵t$ برسانیم. دمای اولیه گاز چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۴۵/۵ ۲) ۲۷۳ ۳) ۱۸۲ ۴) ۹۱

۷۳- می‌خواهیم به کمک یک آینه مقعر و یک چشمه کوچک نورانی دسته پرتو همگرا بسازیم که در فاصله، بین آینه و جسم متقارب گردد. چشمه نورانی را کجا قرار دهیم؟

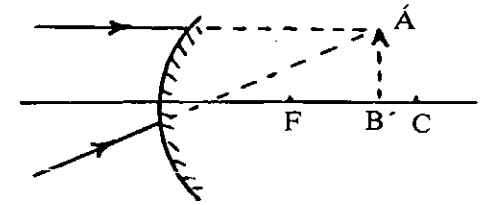
۱) بین کانون و آینه
۲) بین کانون و مرکز
۳) بین مرکز و آینه
۴) خارج از فاصله مزکز تا آینه

۷۴- یک شئ را از فاصله خیلی دور به تدریج تا مرکز آینه مقعری به آن نزدیک می‌کنیم. تغییر مکان تصویر چگونه است؟

۱) از آینه تا کانون ۲) از کانون تا آینه
۳) از کانون تا مرکز ۴) از مزکز تا کانون

۷۵- در شکل مقابل پرتو همگرا به آینه محدبی تابیده است. در این صورت $\acute{AB}$ برای آینه به منزلهٔ ...

۱) جسم مجازی و تصویر آن نیز مجازی خواهد بود
۲) جسم مجازی و تصویر آن حقیقی خواهد بود
۳) تصویر حقیقی است که از جسم مجازی بدست آمده است
۴) تصویر مجازی است که از جسم حقیقی بدست آمده است



۷۶- شعاع انحنای یک آینه محدب ۲۰ سانتی‌متر و طول تصویر نصف طول جسم است. نوع تصویر کدام است و فاصله‌اش تا آینه چند سانتی‌متر است؟

۱) حقیقی، ۵ ۲) حقیقی، ۱۰
۳) مجازی، ۵ ۴) مجازی، ۱۰

۷۷- پرتو نوری به یک منشور تابیده و از وجه مقابل با همان زاویهٔ تابش، خارج می‌شود. ($i_1 = i'_1$) اگر زاویه تابش را ۱۰ درجه کاهش دهیم و باز نور از وجه مقابل خارج شود در مورد زاویهٔ خروجی (i'_2) می‌توان گفت:

۱) بیشتر از ۱۰ درجه افزایش می‌یابد
۲) بیشتر از ۱۰ درجه کاهش می‌یابد
۳) کمتر از ۱۰ درجه کاهش می‌یابد
۴) کمتر از ۱۰ درجه افزایش می‌یابد

۷۸- یک دسته پرتو همگرا به یک عدسی واگرا می‌تابد. دسته نور خروجی ...

۱) الزاماً واگرا است
۲) الزاماً همگرا است
ممکن است واگرا یا همگرا باشد
۴) به دو دسته تبدیل می‌شود که یکی واگرا و دیگری همگرا است

۷۹- جسمی روی کانون یک عدسی واگرا قرار دارد. فاصله تصویر آن تا عدسی چند برابر فاصله کانونی است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) بی‌نهایت
۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۸۰- یک عدسی هلالی شکل همگرا را که ضریب شکست آن ۱/۵ و شعاعهای انحناء دو وجه آن ۵۰Cm و ۲۵Cm است اختیار کرده و طرف گود آن را بالا گرفته در آن آب می‌ریزیم. اگر ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ فرض شود همگرایی دستگاه چند دیوپتری است؟

۱) $\frac{۷}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $-\frac{۱}{۳}$

۸۱- کدام پرتو هنگام عبور از منشور بیشتر منحرف می‌شود؟

۱) زرد ۲) سبز
۳) قرمز ۴) نارنجی

۸۲- قرص کدری را بین یک لامپ و یک پرده نگاه داشته‌ایم. قطر سایه آن با قطر خود آن برابر است. اگر این جسم را از لامپ دور کنیم قطر سایه و پهنای نیم سایه به ترتیب چگونه خواهد بود؟

۱) ثابت می‌ماند - کوچک می‌شود
۲) کوچک می‌شود - ثابت می‌ماند
۳) هر دو ثابت می‌مانند
۴) هر دو بزرگ می‌شوند

۸۳- شدت میدان الکتریکی در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از بار q، ۱۸N/C است. اگر ۱۰ سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم، شدت میدان الکتریکی چند N/C می‌شود؟

۱) ۲/۲۵ ۲) ۱/۵
۳) ۱۲ ۴) ۸

۸۴- خازن پرشده‌ای را از منبع تغذیه جدا می‌کنیم. اگر فاصله صفحات آن را زیاد کنیم کدام کمیت افزایش می‌یابد؟

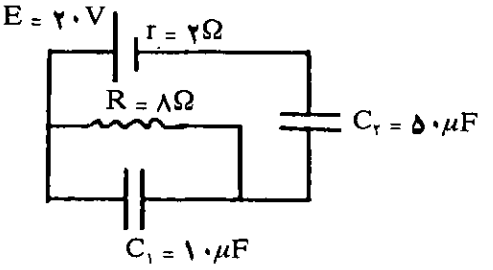
۱) بار الکتریکی
۲) ظرفیت
۳) شدت میدان الکتریکی میان صفحات
۴) اختلاف پتانسیل دو صفحه

۸۵- شدت میدان الکتریکی بار q در فاصله r برابر E است. شدت میدان الکتریکی بار ۳q در فاصله ۲r چند E است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

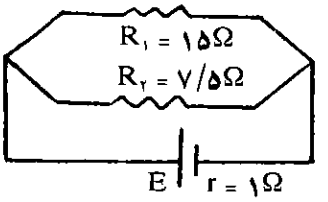
۸۶- در مدار مقابل $q_۱$ و $q_۲$ به ترتیب بار ذخیره شده در خازنهای $C_۱$ و $C_۲$ بر حسب میکروکولن برابرند با:

۱) $q_۱=۱۰۰۰$ و $q_۲=۰$
۲) $q_۱=۱۶۰$ و $q_۲=۲۰۰$
۳) $q_۱=۱۶۰$ و $q_۲=۰$
۴) $q_۱=q_۲=۰$



۸۷- در مدار مقابل شدت جریان در مقاومت $R_۱$ برابر ۰/۲ آمپر است. نیروی محرکه پیل چند ولت است؟

۱) ۶/۴ ۲) ۳/۶
۳) ۳ ۴) ۲/۴

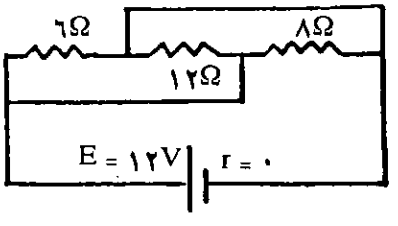


۸۸- آمپرسنجی با مقاومت ۳۸ اهم تا حداکثر ۰/۱ آمپر را می‌سنجد. چه مقاومتی با آن موازی کنیم، تا حداکثر ۲ آمپر را بسنجد؟

۱) ۰/۲ ۲) ۱/۹
۳) ۲ ۴) ۱۹

۸۹- در مدار شکل مقابل از مقاومت ۶ اهمی چند آمپر عبور می‌کند؟

۱) $\frac{۶}{۱۳}$ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴/۵



۹۰- تقریباً ۹۶۵۰۰ کولن الکتریسته لازم است تا یک . . . از عنصری در عمل الکترولیز آزاد شود.

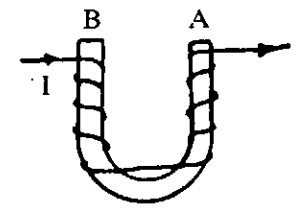
۱) اتم‌گرم ۲) گرم
۳) مول ۴) والانس‌گرم

۹۱- روی اتوهای برقی A و B به ترتیب نوشته (۵۰۰W و ۲۲۰V) و (۷۵۰W و ۲۲۰V) و مقاومت اطوها به ترتیب R_A و R_B می‌باشد. در این صورت نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ برابر است با:

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۹}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۹}$

۹۲- به دور میله آهنی U شکل سیم روپوش‌دار پیچیده و جریانی مطابق شکل از سیم می‌گذرانیم. دو سر A و B میله به ترتیب چه قطب مغناطیس خواهد شد؟

۱) N و N ۲) N و S
۳) S و N ۴) S و S



۹۳- سیمی در امتداد قائم آویخته شده است و از آن جریانی از پایین به طرف بالا عبور می‌دهیم. نیروی وارد از طرف میدان مغناطیسی زمین بر این سیم به کدام جهت است؟

۱) جنوب ۲) شمال
۳) مشرق ۴) مغرب

۹۴- در فاصله ۲۰ سانتیمتری از یک سیم راست حامل جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی حاصل از آن B_1 است. اگر از سیم ۳۰ سانتیمتر دیگر دور شویم، میدان مغناطیسی B_2 می‌شود. نسبت $\frac{B_2}{B_1}$ برابر است با:

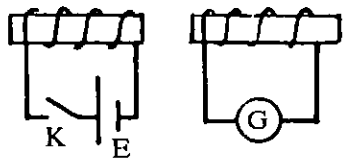
۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۰/۴
۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) ۰/۸

۹۵- شار مغناطیسی که از یک سیم‌پیچ می‌گذرد، در سیستم SI بصورت $\varphi = ۵\sin ۱۰۰t$ است. نیروی محرکه القایی ماکزیمم چند ولت است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰۰
۳) ۲۵۰ ۴) ۵۰۰

۹۶- در شکل مقابل که دو سیم‌پیچ مقابل هم قرار دارند و نسبت به هم جابجا نمی‌شوند. گالوانومتر در کدام مورد عبور جریان الکتریسیته را نشان می‌دهد؟

۱) از لحظه وصل تا لحظه قطع کلید
۲) در لحظهٔ قطع و یا وصل کلید
۳) فقط در لحظهٔ وصل کلید
۴) فقط در لحظهٔ قطع کلید



۹۷- با بالا رفتن دمای رشتهٔ ملتهب در دستگاه تولید اشعه X، کدام کمیت وابسته به آن اشعه بیشتر می‌شود؟

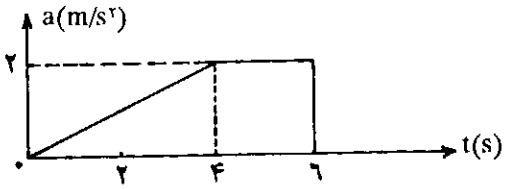
۱) قدرت نفوذ ۲) طول موج
۳) شدت ۴) سرعت

۹۸- نتیجهٔ آزمایش رادرفورد کدام مطلب را مشخص کرد؟

۱) فاصلهٔ زیاد بین الکترونها و هسته اتم
۲) وجود بارهای مثبت و منفی در اتم
۳) وجود نیروی جاذبه و دافعه الکتریکی
۴) از جنس موج الکترومغناطیس بودن نور

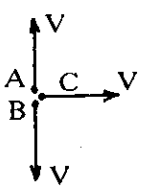
۹۹- شکل مقابل، نمودار شتاب - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت کرده است. سرعت متحرک بعد از ۶ ثانیه از شروع حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۶
۳) ۸ ۴) ۱۲



۱۰۰- مطابق شکل سه گلوله مشابه A، B و C با سرعت اولیه مساوی به ترتیب در راستای قائم به طرف بالا، افقی و در راستای قائم به طرف پایین پرتاب می‌شوند. اگر اثر مقاومت هوا قابل ملاحظه باشد، اندازه شتاب کدام گلوله بلافاصله پس از پرتاب بیشتر است؟

۱) A ۲) B
۳) C ۴) هر سه یکسان است



۱۰۱- شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم وزن خود را در آسانسوری که حرکت شتابدار دارد، ۵۵۰ نیوتن اندازه می‌گیرد. شتاب آسانسور چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g=10 m/s^2$)

۱) ۱۱ ۲) ۵ ۳) ۱ ۴) $\frac{1}{11}$

۱۰۲- سکه‌ای را روی صفحهٔ افقی‌گردان و در فاصله r از مرکز دوران قرار می‌دهیم. وقتی که سرعت زاویه‌ای صفحه به ω می‌رسد، سکه شروع به لغزیدن می‌کند. ضریب اصطکاک میان سکه و صفحه گردان کدام است؟

۱) $r\frac{\omega^2}{g}$ ۲) $r\frac{\omega^2}{2g}$ ۳) $r\frac{\omega^2}{mg}$ ۴) $r\omega^2$

۱۰۳- جسمی به جرم m روی سطح افقی بدون اصطکاکی با سرعت ثابت V_0 می‌لغزد و به فنری که ضریب ثابت آن K است برخورد می‌کند. بیشترین فشردگی فنر پس از این برخورد چقدر است؟

۱) $V_0\frac{m}{K}$ ۲) $V_0\sqrt{\frac{m}{K}}$
۳) $V_0\frac{\sqrt{m}}{K}$ ۴) $\sqrt{mgK}$

۱۰۴- توپی با سرعت ۵m/s به دیوار برخورد می‌کند و با سرعت ۴/۵m/s برمی‌گردد. ضریب جهندگی کدام است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵
۳) ۰/۹ ۴) $\frac{10}{9}$

۱۰۵- هرگاه در یک حرکت دورانی شتاب مماسی صفر باشد، کدام کمیت قطعاً صفر خواهد بود؟

۱) سرعت خطی
۲) سرعت زاویه‌ای
۳) شتاب جانب مرکز
۴) شتاب زاویه‌ای

۱۰۶- دو حرکت نوسانی هم امتداد و هم پریود اولی با دامنه ۴Cm و دومی با دامنه ۶Cm با اختلاف فاز π به یک نقطه از محیط ارتعاش می‌رسند. دامنه حرکت ارتعاشی ترکیب این دو حرکت در این نقطه چند سانتیمتر است؟

۱) ۲ ۲) ۴/۴۶
۳) ۷/۲۰ ۴) ۱۰

۱۰۷- وزنه M به انتهای فنری که از سقف آویخته است بسته شده و با پریود T_1 نوسان می‌کند. فنر را از وسط نصف می‌کنیم و یک نیمه را می‌آویزیم و همان وزنه M را به

انتهای آن بسته و به نوسان در می‌آوریم پریود آن T_2 می‌شود نسبت $\frac{T_2}{T_1}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

۱۰۸- دو لولهٔ صوتی یکی باز به طول L_1 و دیگری بسته به طول L_2 در یک محیط دارای فرکانس صوت اصلی برابر هم می‌باشند. نسبت $\frac{L_1}{L_2}$ برابر است با:

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۲ ۴) ۴

۱۰۹- موج صوتی از یک محیط وارد محیط دیگری شده که سرعت انتشارش در آنجا نسبت به محیط اول زیادتر است. در این صورت کدام مطلب در مورد آن موج صوتی درست است؟

۱) طول موج آن ثابت می‌ماند
۲) طول موج آن کوتاه می‌شود
۳) فرکانس آن زیاد می‌شود
۴) فرکانس آن ثابت می‌ماند

۱۱۰- یک مقاومت $R=20\Omega$ و یک سلف با مقاومت القایی ۳۰ اهم به طور متوالی بین دو نقطه قرار گرفته‌اند و از آنها شدت جریانی با معادله $I=3\sqrt{2}\sin 100t$ می‌گذرد. توان مصرف شده در مدار چند وات است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۳۶۰

۳) ۴۵۰ ۴) ۹۰۰

۱۱۱- از سلفی به ضریب خودالقایی ۱۰ میلی‌هانری شدت جریان چند آمپر باید بگذرد تا ۰/۰۲ ژول انرژی در آن ذخیره شود؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴

۳) ۲ ۴) ۴

۱۱۲- وقتی که دسته پرتو نور با زاویه تابش 60° بر سطح جسم شفافی می‌تابد، پرتو بازتابش به بهترین صورت پلاریزه می‌شود، ضریب شکست جسم برابر است با:

۱) $\frac{2}{\sqrt{3}}$ ۲) $\sqrt{3}$

۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

۱۱۳- در آزمایش یانگ شکافها با نور تک رنگی به طول موج ۰/۵ میکرون روشن شده‌اند. اگر جلو یکی از شکافها تیغهٔ شفافی به ضخامت ۱۰ میکرون قرار دهیم نوار مرکزی به محل نوار روشن هشتم منتقل می‌شود. ضریب شکست تیغه کدام است؟

۱) ۱/۳ ۲) ۱/۴

۳) ۱/۵ ۴) ۱/۶

۱۱۴- در خلاء فوتون ماورای بنفش نسبت به مادون قرمز دارای ...

۱) انرژی بیشتر و طول موج بلندتر است
۲) سرعت بیشتر و طول موج کوتاهتر است
۳) سرعت کمتر و طول موج بلندتر است
۴) طول موج کوتاه و سرعت مساوی است

۱۱۵- طول موج یک فوتون نور ۰/۵ میکرون است. در صورتی که ثابت پلانک برابر $6/6\times10^{-34}Js$ باشد، انرژی این فوتون چند ژول است؟

۱) $1/1\times10^{-45}$ ۲) $3/3\times10^{-20}$

۳) $3/96\times10^{-19}$ ۴) $3/96\times10^{-21}$

رشتهٔ علوم تجربی

۱۲۶- به قطعه چوبی به جرم ۳۰g و جرم حجمی $0/6g/cm^3$

حداقل چندگرم از فلزی به جرم حجمی $9g/cm^3$ ببندیم تا مجموعه کاملاً در آب غوطه‌ور شود؟

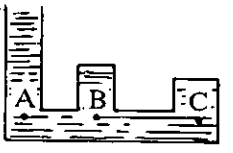
۱) ۲۵ ۲) ۲۲/۵
۳) ۲۰ ۴) ۱۷/۵

۱۲۷- در یک منگنه آبی سطح پیستون بزرگ ۱۰۰ برابر سطح پیستون کوچک است. اگر وزن پیستون کوچک و وزنه روی آن ۲۰ نیوتن باشد، وزن پیستون بزرگ و وزنه روی آن چند نیوتن است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰۰
۳) ۲۰۰ ۴) ۲۰۰۰

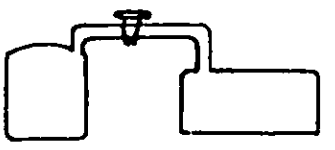
۱۲۸- در ظرفی مطابق شکل، آب ریخته شده است. فشار در نقاط A و B و C را به ترتیب با P_A و P_B و P_C نشان می‌دهیم. کدام رابطه صحیح است؟

۱) $P_A=P_B=P_C$ ۲) $P_A>P_B>P_C$
۳) $P_A<P_B<P_C$ ۴) $P_A>P_B=P_C$



۱۲۹- مطابق شکل، دو مخزن گاز همدما با یک لوله به هم ربط دارند. در مخزن اول ۳ لیتر گاز با فشار ۲ اتمسفر و در دومی ۲ لیتر گاز بافشار ۱ اتمسفر وجود دارد. پس از باز کردن شیر رابط و رسیدن به حالت تعادل فشار گاز چند اتمسفر است؟

۱) ۱/۶ ۲) ۱/۵
۳) ۱/۴ ۴) ۱/۲



۱۳۰- مقداری هوا را که درجه حرارت آن $7^\circ C$ و فشارش یک اتمسفر است. آنقدر متراکم می‌کنیم تا حجم آن به $\frac{1}{6}$ حجم اولیه خود برسد. اگر در این عمل درجه حرارت هوا به $77^\circ C$ برسد، فشار هوای متراکم چند اتمسفر است؟

۱) ۶۶ ۲) ۱۵
۳) ۱۲/۵ ۴) ۷/۵

۱۳۱- یک دسته پرتو همگرا پس از تابیدن به آیینه مقعری بازتابش کرده تصویری می‌دهد. نوع این تصویر و محل آن چگونه است؟(f فاصله کانونی است)

۱) حقیقی - در فاصله ۲f
۲) مجازی - در فاصله ۲f
۳) حقیقی - بین کانون و آیینه
۴) مجازی - پشت آیینه به فاصله f

۱۳۲- آیینه‌ای کروی از شیء حقیقی تصویر مجازی داده است که بزرگی آن نصف شیء است. نوع آیینه و محل شیء کدام است؟

۱) محدب، نزدیک رأس
۲) محدب، به فاصله f از آیینه
۳) مقعر، در فاصله کانونی
۴) مقعر، بین مرکز و بی‌نهایت

۱۳۳- جسمی به فاصله ۱ سانتی‌متر از کانون یک آیینه مقعر قرار دارد و تصویر حقیقی آن به فاصله ۹ سانتی‌متر از کانون تشکیل می‌شود. شعاع آیینه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

۱۳۴- یک شعاع نور که بازاویه تابش ۶۰ درجه از هوا وارد مایعی شده ۱۵ درجه منحرف می‌شود. سرعت این شعاع در داخل مایع تقریباً چند کیلومتر بر ثانیه است؟($c=3\times10^5 km/s$)

۱) $1/5\times10^5$ ۲) $1/7\times10^5$
۳) $2/1\times10^5$ ۴) $2/4\times10^5$

۱۳۵- شعاع انحنای یک آینه محدب ۲۰ سانتی‌متر و طول تصویر نصف طول جسم است. نوع تصویر کدام است و فاصله‌اش تا آینه چند سانتی‌متر است؟

۱) حقیقی، ۵ ۲) حقیقی، ۱۰
۳) مجازی، ۵ ۴) مجازی، ۱۰

۱۳۶- دو عدسی نازک که همگرایی آنها به ترتیب ۱- و ۳+ دیوپتری است را به هم چسبانده و عدسی مرکبی ساختیم. نوع عدسی مرکب چیست و فاصله کانونی آن چند متر است؟

۱) واگرا، ۲ ۲) واگرا، ۲/۵
۳) همگرا، ۰/۵ ۴) همگرا، ۲

۱۳۷- منشوری که ضریب شکست آن ۲ و زاویه رأسش ۶۰ درجه است، زاویه می‌نیمم انحرافش چند درجه است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۹۰
۳) ۶۰ ۴) ۳۰

۱۳۸- قرص روشنی در مقابل یک اتاق تاریک قرار گرفته و تصویری ایجاد کرده است. اگر بخواهیم مساحت تصویر نصف شود، فاصله جسم تا اتاق تاریک را چند برابر کنیم؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

۱۳۹- اگر بار هر الکترون $1/6\times10^{-19}$ کولن باشد از سیمی که جریان ۱ آمپر دارد در ثانیه تقریباً چند الکترون عبور می‌کند؟

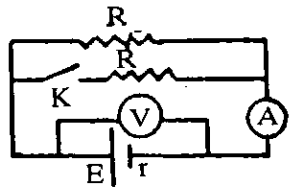
۱) $9/7\times10^{2}$ ۲) $9/65\times10^{19}$
۳) $1/6\times10^{19}$ ۴) $6/25\times10^{18}$

۱۴۰- شدت میدان الکتریکی در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از بار q، ۱۸N/C است. اگر ۱۰ سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم، شدت میدان الکتریکی چند N/C می‌شود؟

۱) ۸ ۲) ۱۲
۳) ۱/۵ ۴) ۲/۲۵

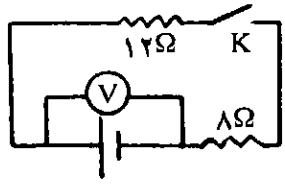
۱۴۱- در مدار مقابل بعد از بستن کلید K مقادیری که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهد، نسبت به حالت اول به ترتیب چه می‌شود؟

۱) بیشتر، ثابت ۲) کمتر، ثابت
۳) بیشتر، کمتر ۴) کمتر، بیشتر



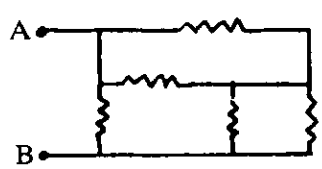
۱۴۲- در مدار شکل مقابل، وقتی کلید باز باشد، ولت‌سنج ۱۲ ولت و موقعی که کلید بسته باشد ۱۰ ولت را نشان می‌دهد. به ترتیب نیروی محرکه چند ولت و مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

۱) ۱۰ و ۲ ۲) ۱۰ و ۴
۳) ۱۲ و ۲ ۴) ۱۲ و ۴



۱۴۳- در مدار شکل مقابل کلیه مقاومت‌ها مشابه و مقدار هر یک ۶ اهم است. مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۳
۳) ۶ ۴) ۱۲



۱۴۴ - دو لامپ مشابه را یک بار به طور سری و بار دیگر به طور موازی می‌بندیم و بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت قرار می‌دهیم. به فرض ثابت ماندن مقاومت لامپ‌ها در دو حالت، نسبت توانهای مصرفی حالت اول به حالت دوم کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) ۱ ۴) ۴

۱۴۵ - در الکترولیز با الکترولیت‌های متفاوت، عبور مقدار ثابت الکتریسته، کدام را به مقدار مساوی آزاد می‌کند؟

۱) والانس گرم ۲) مولکول
۳) جرم ۴) اتم

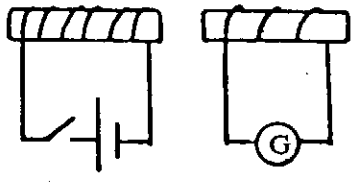
۱۴۶ - جریان تقریباً چند آمپری از سولنوئیدی که در هر سانتی‌متر طولش ۱۲ حلقه دارد، عبور کند تا میدان مغناطیسی داخل آن ۳×۱۰^{-۳} تسلا شود؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۲
۳) ۲ ۴) ۴

۱۴۷ - اگر یک دسته الکترون در راستای افقی به طرف شما بیاید و ضمن عبور از یک میدان مغناطیسی به طرف چپ منحرف شود، جهت میدان مغناطیسی چگونه است؟

۱) بالا به پایین ۲) پایین به بالا
۳) چپ به راست ۴) راست به چپ

۱۴۸ - دو سیم‌پیچ شکل مقابل، نسبت به هم جابجا نمی‌شوند. در کدام مورد گالوانومتر عبور جریان الکتریکی را نشان می‌دهد؟



۱) فقط در لحظه قطع کلید
۲) درلحظه قطع و یا وصل کلید
۳) از لحظه وصل تا قطع کلید
۴) فقط در لحظه وصل کلید

۱۴۹ - شار مغناطیسی که از یک سیم‌پیچ می‌گذرد در سیستم SI بصورت $\varphi=۵\sin ۱۰۰t$ است. نیروی محرکه القایی ماکزیمم چند ولت است؟

۱) ۵۰۰ ۲) ۲۵۰
۳) ۱۰۰ ۴) ۵

۱۵۰ - برای اینکه به جای اشعه X نرم، اشعه X سخت تولید شود چه باید کرد؟

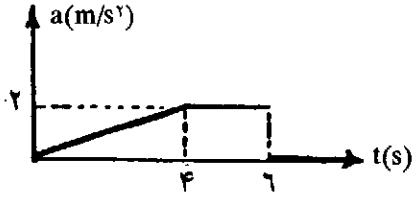
۱) ازدیاد دمای رشته کاتد
۲) کاهش دمای رشته کاتد
۳) افزایش اختلاف پتانسیل بین آند و کاتد
۴) کاهش اختلاف پتانسیل بین آند و کاتد

۱۵۱ - دو ایزوتوپ یک عنصر، از کدام لحاظ مساوی هستند؟

۱) نیم عمر ۲) جرم اتمی
۳) تعداد نوترونها ۴) تعداد پروتونها

۱۵۲ - شکل مقابل، نمودار شتاب زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت کرده است. سرعت متحرک بعد از ۶ ثانیه از شروع حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۶
۳) ۸ ۴) ۱۲



۱۵۳- جسمی از ارتفاع ۱۰ متری بالای زمین روی یک سطح شیبدار بدون اصطکاک به پایین می‌لغزد. اگر زاویه سطح شیبدار با افق ۳۰° باشد، سرعت متوسط جسم در طول سطح شیبدار چند متر بر ثانیه است؟ ($g=10 m/s^2$)

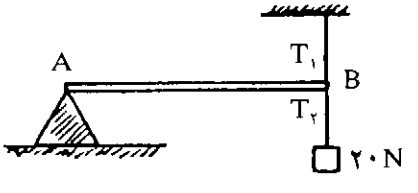
۱) ۵ ۲) $5\sqrt{2}$

۳) ۱۰ ۴) $10\sqrt{2}$

۱۵۴- در شکل مقابل، وزن میله همگن AB برابر ۴۰ نیوتن و یک انتهای آن در نقطه A روی تکیه‌گاه قرار دارد. در حالت تعادل سیستم، نیرویهای کشش T_1 و T_2 بر حسب نیوتن به ترتیب برابرند با:

۱) ۴۰ و ۲۰ ۲) ۴۰ و ۳۰

۳) ۳۰ و ۲۰ ۴) ۶۰ و ۲۰



۱۵۵- چند برابر شعاع زمین از سطح زمین بالا برویم تا شدت میدان گرانش $\frac{1}{9}$ شدت میدان گرانش در سطح زمین شود؟

۱) ۹ ۲) ۸

۳) ۳ ۴) ۲

۱۵۶- جسمی به جرم ۴ کیلوگرم، از بالای سطح شیبداری که زاویه شیب آن ۳۰° است، رها می‌شود و پس از طی ۲/۵ متر روی سطح شیبدار سرعتش به ۴m/s متر می‌رسد. گرمای حاصل از اصطکاک سطح چند ژول است؟ ($g=10 m/s^2$)

۱) ۷/۲ ۲) ۱۸

۳) ۳۲ ۴) ۸۲

۱۵۷- در حرکت نوسانی ساده، نیروی وارد بر نوسانگر در هر پریود چند مرتبه صفر می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۱۵۸- اگر طول تار مرتعشی را دو برابر و نیروی کشش آن را نیز دوبرابر کنیم، تواتر صوت اصلی چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲) $\sqrt{2}$

۳) ۱ ۴) ۴

۱۵۹- طول لوله صوتی‌بازی را نصف می‌کنیم و انتهای آن را می‌بندیم. نسبت فرکانس صوت اصلی لوله بسته، به فرکانس صوت اصلی لوله باز اولیه چند است؟

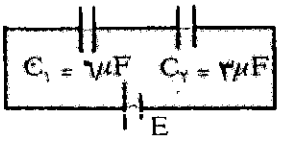
۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۰/۵ ۴) ۴

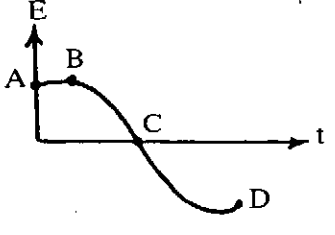
۱۶۰- در مدار شکل مقابل، انرژی ذخیره شده در خازن C_1 برابر 3×10^{-4} ژول است. اختلاف پتانسیل دو سر مدار چند ولت است؟

۱) ۳ ۲) ۴

۳) ۳۰ ۴) ۴۰



۱۶۱- نمودار (سینوسی شکل) نیروی محرکه القایی بر حسب زمان در یک مولد جریان متناوب در کسری از یک پریود مطابق است. در کدام لحظه شارمغناطیسی عبوری از سیم‌پیچ‌های مولد ماگزیمم است؟



۱) A

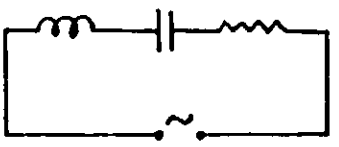
۲) B

۳) C

۴) D

۱۶۲ - در مدار شکل مقابل که اختلاف پتانسیل‌های دو سر خود القاء ۱۲۰ ولت، دو سرخازن ۶۰ ولت و دو سرکل مدار ۱۰۰ ولت است، ضریب توان مدار کدام است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴
۳) ۰/۶ ۴) ۰/۸



۱۶۳ - از یک سیم‌پیچ به ضریب خودالقایی ۰/۱ هانری و مقاومت حقیقی ناچیز، جریانی به معادله $i=10+\sin 100t$ می‌گذرد. اختلاف پتانسیل موثر دو سر سیم‌پیچ چند ولت است؟

۱) $5\sqrt{2}$ ۲) ۵
۳) ۱۰ ۴) ۱۱

۱۶۴ - نسبت فرکانس اشعه گاما با طول موج ۰/۰۱ انگستروم به فرکانس نور زرد با طول موج ۰/۶ میکرون برابر است با:

۱) ۶۰ ۲) $\frac{1}{60}$
۳) $10^5 \times \frac{1}{60}$ ۴) 6×10^5

۱۶۵ - معادلهٔ شدت جریان متناوبی به صورت $I=2\sin 120\pi t$ است. شدت موثر جریان و تواتر به ترتیب عبارتند از:

۱) ۲ و ۶۰ ۲) ۲ و ۱۲۰
۳) $\sqrt{2}$ و ۱۲۰ ۴) $\sqrt{2}$ و ۶۰

پاسخ‌های تشریحی گزینش دانشجو سال ۱۳۷۱

گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف
غلامعلی محمودزاده، امیربیژن عدالت
سید مرتضی میرخانی، محمدعلی سعادت‌بخت

مرحلهٔ اول

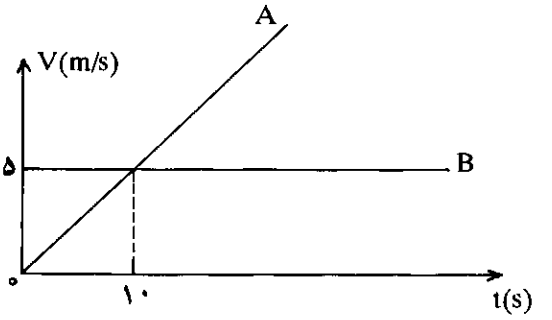
رشتهٔ علوم ریاضی - فنی

۱۹۱-۴

راه اول: متحرک A با شتاب ثابت

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5-0}{10-0} = \frac{1}{2}\ \frac{m}{s^2}$$

از سکون شروع به حرکت می‌کند، بنابراین معادلهٔ مکان آن



به‌صورت زیر است:

$$x_A = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 = \frac{1}{4}t^2 + x_0$$

متحرک B با سرعت ثابت $۵\frac{m}{s}$ در حال حرکت است، بنابر این معادلهٔ مکان آن به صورت زیر است (باید توجه داشت که در ابتداء مکان هر دو متحرک یکی است):

$$x_B = vt + x_0 = ۵t + x_0$$

هنگامی که دو متحرک به هم می‌رسند داریم:

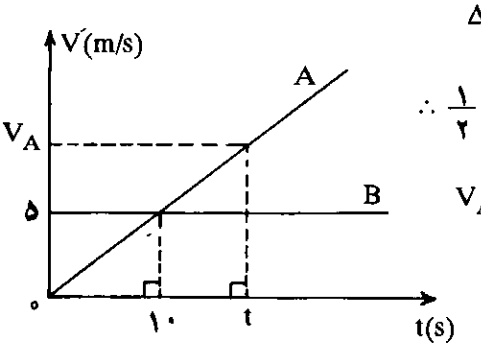
$$x_A = x_B \Rightarrow \frac{1}{4}t^2 + x_0 = ۵t + x_0$$

راه دوم: چون در ابتداء دو متحرک در یک مکان بوده‌اند و پس از مدت زمان t به هم می‌رسند بنابراین جابه‌جایی دو متحرک در این مدت با هم برابرند. یعنی $\Delta x_A = \Delta x_B$

از طرف دیگر جابه‌جایی هر متحرک برابر مساحت محصور بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان است لذا:

$$\Delta x_A = \frac{1}{2}V_A \times t$$

$$\Delta x_B = ۵t$$



$$\therefore \frac{1}{2}V_A \times t = ۵t$$

$$V_A = ۱۰\frac{m}{s}$$

با توجه به تشابه مثلثها:

نسبت ارتفاعها = نسبت قاعده‌ها

$$\frac{t}{۱۰} = \frac{V_A}{۵} \Rightarrow t = ۲۰s$$

۱-۱۹۲

طبق قانون بقای انرژی، انرژی جنبشی جسم هنگام برگشت در نقطهٔ پرتاب کوچک‌تر از انرژی جنبشی جسم هنگام رفت در نقطهٔ پرتاب است، زیرا مقداری از انرژی مکانیکی جسم، به علت مقاومت هوا، به گرما تبدیل می‌شود، لذا:

$$\frac{1}{2}mV'^2 < \frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow V' < V$$

با توجه به اینکه در هر نقطه اندازهٔ سرعت هنگام برگشت کوچکتر از سرعت هنگام رفت است در نتیجه سرعت متوسط هنگام برگشت نیز کوچکتر از سرعت هنگام رفت است یعنی

$$\bar{V}' < \bar{V}$$

از طرف دیگر داریم

$$\begin{cases} y = \bar{V}T \\ y = \bar{V}'T' \end{cases}$$

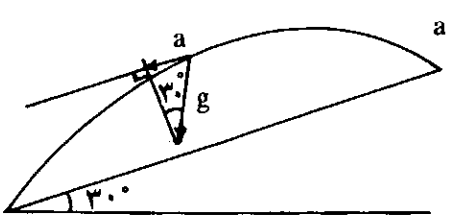
$$\therefore \bar{V}'T' = \bar{V}T$$

از آنجاکه $\bar{V}' < \bar{V}$ بنابراین $T' > T$

۱-۱۹۳

چون مقاومت هوا ناچیز است، شتاب حرکت جسم $\vec{g}$ است.

برای محاسبهٔ شتاب جسم در راستای سطح شیبدار تصویر $\vec{g}$ را روی این راستا به دست می‌آوریم:



$$a = g\sin ۳۰^\circ = \frac{g}{۲}$$

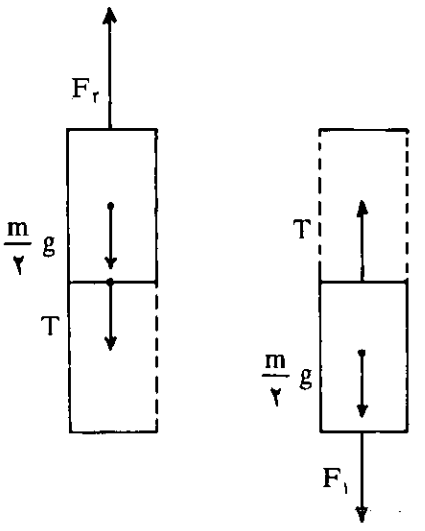
۲-۱۹۴

طبق قانون دوم نیوتون برای هر نیمهٔ جسم داریم:

$$\begin{cases} F_۲ - \frac{m}{۲}g - T = \frac{m}{۲}a \\ T - \frac{m}{۲}g - F_۱ = \frac{m}{۲}a \end{cases} \Rightarrow$$

$$F_۲ - \frac{m}{۲}g - T = T - \frac{m}{۲}g - F_۱ \Rightarrow$$

$$T = \frac{F_۱ + F_۲}{۲}$$

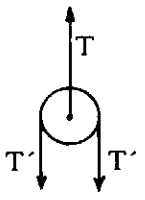


۳-۱۹۵

با توجه به داده‌های مسأله (چشم پوشی از اصطکاک و جرم نخ) کشش نخ در همهٔ قسمتهای نخ واصل بین دو وزنه یکسان است. می‌توان به دست آورد که

$$T' = \frac{۲m_۱m_۲}{m_۱+m_۲}g$$

$$T' = \frac{۲\times۸\times۱۲}{۸+۱۲}\times۱۰ = ۹۶N$$



به قرقره سه نیرو وارد می‌شوند که برآیند آنها صفر است:

$$T = ۲T' = ۲\times۹۶ = ۱۹۲N$$

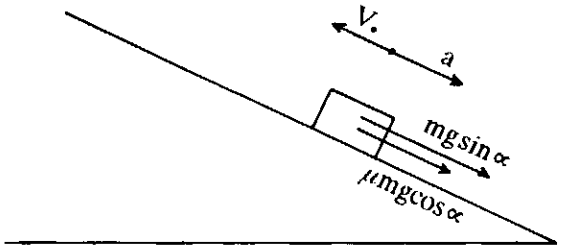
۱-۱۹۶

به فرض آنکه در راستای سطح شیبدار جهت رو به بالا مثبت باشد، طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$-mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$$

$$a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

$$a = -۱۰(۰/۶ + ۰/۲۵\times۰/۸) = -۸\frac{m}{s^۲}$$



از طرف دیگر داریم:

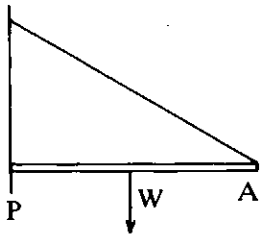
$$a = \frac{V-V_۰}{t}$$

$$t = \frac{V-V_۰}{a} = \frac{۰-۲۰}{-۸} = ۲/۵\ s$$

۳-۱۹۷

چون میله تعادل دارد، برآیند گشتاورهای وارد بر آن نسبت به هر محور دلخواه (مثلاً A) باید صفر باشد. بنابراین اگر مؤلفه قائم نیروی دیوار در نقطهٔ P را به F نشان دهیم، باید جهت آن رو به بالا باشد:

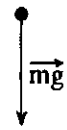
$$F\times PA = W\times\frac{PA}{۲} \Rightarrow F = \frac{W}{۲}$$



۱-۱۹۸

طبق قانون دوم نیوتون:

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$$



$$m\vec{g} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$$

$$\Delta P = mg\,\Delta t = 0/5 \times 10 \times 1 = 5\ kg\frac{m}{s}$$

۳-۱۹۹

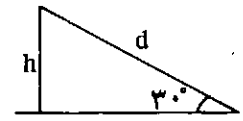
با توجه به اینکه در حرکت ماهواره، شتاب جانب مرکز ماهواره همان شتاب گرانشی (برابر شدت گرانشی) در مدار ماهواره است داریم:

$$a_c = g' = \frac{1}{5}g$$

$$a_c = \frac{1}{5} \times 10\frac{m}{s^2} = 2\frac{m}{s^2}$$

۳-۲۰۰

راه اول - از آنجاکه سرعت جسم ثابت بوده و سطح بدون اصطکاک است، کار نیروی F فقط صرف افزایش انرژی پتانسیل گرانش جسم می‌شود لذا:



$$W_F = E_P = Mgh$$

از طرف دیگر $h = d\sin 30^\circ$ در نتیجه:

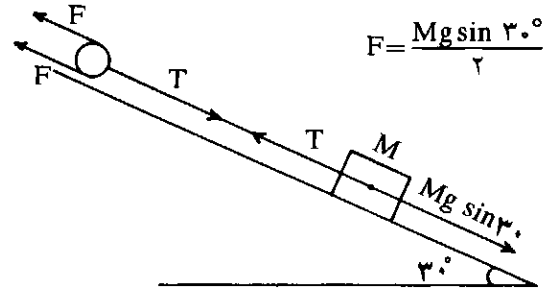
$$W_F = Mgd\sin 30^\circ$$

$$W_F = 50 \times 9/8 \times 20 \times \frac{1}{2} = 4900\,J$$

راه دوم - با توجه به اینکه سرعت M ثابت است و با سطح اصطکاک ندارد داریم:

$$\begin{cases} T = Mg\sin 30^\circ \\ T = 2F \end{cases} \Rightarrow$$

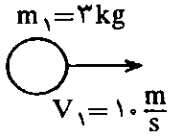
$$F = \frac{Mg\sin 30^\circ}{2}$$

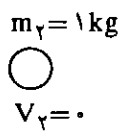


$$W_F = Fd = \frac{Mg\sin 30^\circ}{2}d$$

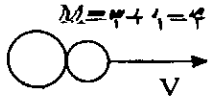
$$W_F = \frac{50 \times 9/8 \times \frac{1}{2}}{2} \times 20 = 4900\,J$$

۴-۲۰۱





پیش از برخورد



پس از برخورد

طبق قانون بقای اندازه حرکت داریم:

$$\overrightarrow{m_1V_1} + \overrightarrow{m_2V_2} = \overrightarrow{MV}$$

اگر جهت رو به راست را مثبت فرض کنیم داریم:

$$3 \times 10 + 0 = 4V$$

$$V = 7/5\ \frac{m}{s}$$

۳-۲۰۲

با توجه به ثابت بودن گشتاور نیرو و در نتیجه ثابت بودن شتاب زاویه‌ای، داریم:

$$\theta = \frac{\omega + \omega_0}{2}t$$

$$\theta = \frac{30 + 50}{2} \times 20 = 800\,rad$$

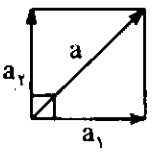
۲-۲۰۳

با توجه به معادله‌های دو موج:

$$y_1 = \sqrt{2}\sin\omega t$$

$$y_2 = \sqrt{2}\cos\omega t = \sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\varphi=(\omega t+\frac{\pi}{2})-\omega t=\frac{\pi}{2}$$



$$a^2=a_1^2+a_2^2=2+2=4$$

$$a=2$$

۱-۲۰۴

$$x=0/25+\sin 2\pi t$$

$$x_1=0/25+\sin 2\pi\times 0=0/25m$$

$$x_2=0/25+\sin 2\pi\times 5=0/25m$$

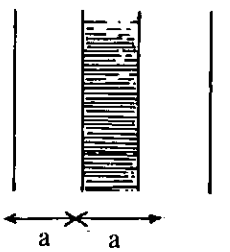
$$\Delta x=x_2-x_1=0$$

$$\bar{V}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0}{5}=0$$

۲-۲۰۵

اگر x فاصلهٔ در نوار متوالی روشن (k=۱) باشد: $\lambda=\frac{xd}{D}$

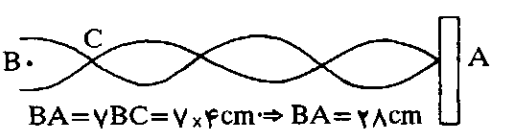
و اگر a پهنای نوار باشد (x=۲a): $a=\frac{\lambda D}{2d}$



با توجه به ثابت بودن طول موج، با نصف شدن فاصلهٔ دو شکاف (d) و فاصلهٔ پرده از صفحهٔ شکافها (D) مشاهده می‌شود که a ثابت می‌ماند.

۴-۲۰۶

از آنجا که در A گره و در B شکم تشکیل می‌شود، و در طول طناب ۴ گره ایجاد شده است لذا شکل طناب در حال ارتعاش به صورت زیر است:



$BA=7BC=7\times 4cm \Rightarrow BA=28cm$

۱-۲۰۷

اگر هنگامی که به فنر وزنهٔ m را بیاویزیم افزایش طول آن در هنگام تعادل Δy باشد داریم:

$$F=mg=k\Delta y$$

$$\Delta y=\frac{mg}{k}=\frac{0/5\times 10}{100}$$

$$\Delta y=0/05m=5cm$$

$$L_2=L_1+\Delta y=30+5=35cm$$

مکان وزنه در این حالت وضع تعادل آن است لذا دامنهٔ ارتعاش برابر ۳cm(=۳۵-۳۸) است.

۴-۲۰۸

در جامد هر سه نوع موج عرضی، یا طولی یا پیچشی می‌توانند منتشر شوند. با توجه به اینکه معمولاً تار به علت ضربهٔ عمود بر راستای آن به ارتعاش در می‌آید لذا موج عرضی در تار منتشر می‌شود. در گازها، از جمله هوا، تنها موج طولی منتشر می‌شود.

۲-۲۰۹

با توجه به آنکه معمولاً در تار موج عرضی منتشر می‌شود و سرعت موج عرضی در تار از رابطهٔ $V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید، هنگامی که طول تار نصف می‌کنیم، جرم آن هم نصف می‌شود در نتیجه جرم واحد طول ($\mu=\frac{m}{l}$) ثابت می‌ماند؛ اگر نیروی کشش تار (F) دو برابر شود، سرعت موج $\sqrt{2}$ برابر می‌شود.

۲-۲۱۰

با فرض آنکه سرعت صوت در گاز داخل لوله‌ها برابر باشد می‌توان نوشت:

$$f_k=\frac{kV}{2L}$$ لولهٔ باز

$$f_{k'}=\frac{k'V}{4L'}$$ لولهٔ بسته

فرکانس صوت اصلی لولهٔ باز = فرکانس صوت دوم لولهٔ بسته

$(k=1)$ $(k'=2)$

$$\frac{3V}{4L'}=\frac{V}{2L}\Rightarrow\frac{L}{L'}=\frac{2}{3}$$

۱-۲۱۱

در هر دو حالت جهت سرعت صوت به سوی مشخص را مثبت فرض می‌کنیم، با توجه به رابطهٔ $\frac{f_o}{V-V_o}=\frac{f_s}{V-V_s}$ بـــــا $f_o=\frac{V-V_o}{V-V_s}f_s$ داریم:

$$\begin{cases}\text{قطار به شخص نزدیک می‌شود: } V_o=0\ ,\ V_s=\frac{1}{15}V\\ \text{قطار از شخص دور می‌شود: } V_o=0\ ,\ V_s=-\frac{1}{15}V\end{cases}\Rightarrow$$

$$\begin{cases}f_1=\frac{V-0}{V-\frac{1}{15}V}f_s=\frac{15}{14}f_s\\ f_2=\frac{V-0}{V-\left(-\frac{1}{15}V\right)}f_s=\frac{15}{16}f_s\end{cases}\Longrightarrow$$

$$\frac{f_2}{f_1}=\frac{\frac{15}{16}f_s}{\frac{15}{14}f_s}=\frac{V}{8}$$

۴-۲۱۲

اگر نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر سرنشین N و شتاب گرانش در مدار g باشد، طبق قانون دوم نیوتون برای سرنشین می‌توان نوشت:

$$mg-N=ma_c$$

که در آن a_c شتاب جانب مرکز است که همان شتاب گرانش است

$$mg-N=mg\quad\Rightarrow\quad N=0$$

با توجه به اینکه وزن ظاهری یک شیء نیروی عمودی‌ای است که این شیء بر تکیه‌گاه خود وارد می‌کند و در نتیجه برابر عکس‌العمل عمودی تکیه‌گاه بر شیء است. بنابراین $w'=0$

۲-۲۱۳

با توجه به رابطه‌های زیر:

$$X_L=2\pi fL$$
$$X_C=\frac{1}{2\pi fC}$$

مقاومت القائی خود القاء (X_L) با فرکانس نسبت مستقیم، و مقاومت ظرفیتی خازن (X_C) با فرکانس نسبت وارون دارد. در نتیجه با تغییر فرکانس، یکی از این مقاومتها افزایش و دیگری کاهش می‌یابد و از این‌رو $(X_L-X_C)^2$ تغییر کرده و از آنجا امپرانس مدار (Z) طبق رابطهٔ $Z^2=R^2+(X_L-X_C)^2$ تغییر خواهد کرد. (توجه دارید که مقاومت حقیقی خود القاء صفر است).

برای آنکه تغییرات امپرانس مدار نسبت به فرکانس حداقل باشد لازم است که X_L-X_C با تغییر فرکانس ثابت بماند لذا $X_L=X_C$ (یعنی مدار در حالت تشدید است)

$$X_L=X_C\Rightarrow IX_L=IX_C\Rightarrow$$

$$V_L=V_C\Rightarrow V_A-V_C=V_B-V_D\Rightarrow$$

$$V_A-V_B=V_C-V_D$$

۴-۲۱۴

توان مصرفی مقاومت ۲۰ اهم با جریان ۲ آمپر:

$$P=RIe^2=20\times2^2=80W$$

اگر اختلاف فاز بین ولتاژ دو سرسیم‌پیچ و جریان برابر $\frac{\pi}{2}$ باشد، سیم‌پیچ بدون مقاومت حقیقی بوده در نتیجه توان حقیقی مدار نیز ۸۰ وات خواهد شد.

ولی چون اختلاف فاز ولتاژ دو سرسیم‌پیچ و شدت جریان برابر $\frac{\pi}{3}$ است لذا سیم‌پیچ دارای مقاومت حقیقی بوده در نتیجه مقاومت حقیقی مدار بزرگتر از ۲۰ اهم است و از آنجا توان حقیقی مدار بزرگتر از ۸۰ وات خواهد شد.

۳-۲۱۵

اگر x' فاصلهٔ k'-امین نوار تاریک از نوار روشن مرکزی

باشد و x فاصلهٔ k ـامین نوار روشن از نوار روشن مرکزی باشد داریم:

$$\begin{cases} \lambda_2=\frac{2x'd}{(2k'-1)D} \\ \lambda_1=\frac{xd}{k'D} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_2=\frac{2x'd}{(2\times5-1)D} \\ \lambda_1=\frac{xd}{5D} \end{cases}$$

از تقسیم این دو رابطه نتیجه می‌شود:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{10}{9}$$

۳-۲۱۶

بنا به قانون ویلهلم ـوین داریم:

$$\lambda_{max}\, T=C$$

$$\lambda_{m_1}T_1=\lambda_{m_2}T_2$$

$$\lambda(273^{\circ}C+400^{\circ}C)=\frac{\lambda}{2}(273^{\circ}C+\theta)$$

$$2\times273+800=273+\theta$$

$$\theta=1073^{\circ}C$$

۲-۲۱۷

چون در مدار نوسان‌کننده داریم:

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

با دو برابر شدن ظرفیت خازن و ضریب خود القائی فرکانس مدار $\frac{1}{2}$ $\left(\frac{1}{\sqrt{2\times2}}=\right)$ برابر می‌شود.

۴-۲۱۸

۴-۲۱۹

اگر m_0 جرم اولیهٔ مادهٔ رادیواکتیو و m جرم ماده رادیو اکتیو تجزیه نشده باشد:

$$m=\frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

که در آن t مدت زمان تجزیه و T نیمه عمر ماده رادیواکتیو است.

$$m=\frac{96g}{2^{\frac{24h}{6h}}}=6g$$

۳-۲۲۰

$$\overline{p}=RI_e^2=R\frac{V_e^2}{Z^2}$$

$$\overline{P}=\frac{V_e^2R}{R^2+X^2}$$

از P نسبت به R مشتق می‌گیریم (X و V_e ثابت هستند):

$$\overline{p}'=\frac{V_e^2\left(R^2+X^2\right)-2R\left(V_e^2R\right)}{\left(R^2+X^2\right)^2}$$

$$\overline{p}'=\frac{V_e^2\left(X^2-R^2\right)}{\left(X^2+R^2\right)^2}$$

چون $\frac{X}{R}<1$ داریم $X<R$، لذا $X^2-R^2<0$. و با توجه منفی نبودن Ve^2 و مخرج، داریم $\overline{P}'<0$ که نشان می‌دهد نمودار توان ـ مقاومت نزولی است یعنی با افزایش مقاومت توان کاهش می‌یابد.

رشتهٔ علوم تجربی

۱-۲۲۱

با توجه به اینکه نمودار سرعت - زمان در هر لحظه برابر شتاب متحرک است. قدر مطلق شتاب در ثانیهٔ سوم کوچکتر از قدر مطلق شتاب در ثانیه اول است بنابراین در $t=3s$ سرعت به صفر نمی‌رسد (با توجه به گزینه‌ها فرض برآن بوده است که متحرک بدون سرعت اولیه بوده است.)

۳-۲۲۲

چون سرعت ثابت است طبق قانون اول نیوتون برآیند

نیروهای وارد بر جسم صفر است بنابراین اندازه نیروی F برابر اندازه نیروی اصطکاک لغزشی است یعنی $F=۲۰۰N$. از طرف دیگر

$$W = Fd = F\,Vt$$

$$W = ۲۰۰N \times ۴\,\frac{m}{s} \times ۶۰s = ۴۸۰۰۰J$$

$$W = ۴۸\ kJ$$

۲-۲۲۳

$$\bar{V} = \frac{x_۲-x_۱}{t_۲-t_۱} = \frac{-۵-۵}{۱۰-۲}$$

$$\bar{V} = \frac{۵}{۴}\,\frac{m}{s}$$

۴-۲۲۴

در این حالت نیروی اصطکاک ایستایی (نیروی اصطکاک در حال سکون) نیروی جانب مرکز لازم برای چرخیدن جسم را فراهم می‌کند. و با آن برابر است. (اگر نیروی اصطکاک ایستایی نتواند نیروی جانب مرکز لازم را فراهم کند یعنی کوچکتر از آن باشد، جسم از مدار چرخش خود خارج می‌شود.)

۱-۲۲۵

طبق قانون دوم نیوتون برای جسم داریم:

$$mg - N = ma_c$$

که در آن g شتاب گرانش در آن مدار و N نیروی عمودی تکیه گاه (باسکول) و a_c شتاب جانب مرکز لازم است. از آنجا که تنها نیرویی که نیروی جانب مرکز را فراهم می‌کند نیروی گرانشی است لذا $a_c=g$ و از آنجا $N=۰$ یعنی جسم و باسکول نیرویی بر یکدیگر وارد نمی‌کنند در نتیجه وزن ظاهری جسم صفر است.

۴-۲۲۶

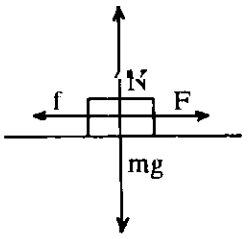
چون حرکت کند شونده رو به پایین است در نتیجه شتاب جسم روبه بالا است. اگر جهت رو به بالا را مثبت فرض کنیم طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$T - mg = ma$$

$$T = m\,(g+a) = ۲(۱۰+۴)$$

$$T = ۲۸N$$

۲-۲۲۷



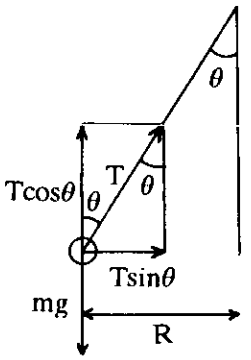
با توجه به اینکه کار نیروهای قائم در این جابه جایی صفر است طبق قضیه کار - انرژی داریم:

$$W - W_f = \Delta E_c = Ec_۲ - Ec_۱$$

$$W - W_{f..} = E_c - ۰$$

$$W = W_f + E_c \Rightarrow W > E_c$$

۳-۲۲۸



نیروی جانب مرکز

$$\begin{cases} T\sin\theta = mR\omega^۲ \\ R = l\sin\theta \end{cases}$$

کشش نخ:

$$\Rightarrow T = ml\omega^۲$$

با دو برابر شدن سرعت زاویه‌ای (و ثابت بودن m و l)

کشش نخ (T) چهار برابر می‌شود.

تذکر: گزینهٔ ۱ طبق رابطهٔ $\omega=\frac{2\pi}{T}$ و گزینهٔ ۴ طبق رابطهٔ $F^2=W^2+T^2$ (که در آن F اندازه نیروی جانب مرکز، W وزن گلولهٔ آونگ، و $T=ml\omega^2$ نیروی کشش نخ است) نادرست هستند. گزینهٔ ۲ نیز نادرست است ولی در یک حالت خاص که زاویهٔ آغازی راستای نخ با راستای قائم تقریباً ۳۹/۴ باشد با دو برابر شدن سرعت زاویه‌ای، زاویهٔ پایانی ۷۸/۸° خواهد شد زیرا:

$$\frac{1}{\cos\theta}=\frac{L\omega^2}{g}$$

$$\frac{1}{\cos 2\theta}=\frac{L(2\omega)^2}{g}$$

اگر سرعت زاویه‌ای دوبرابر شود، زاویه دوبرابر می‌شود. با تقسیم این دو رابطه بر یکدیگر:

$$\frac{\cos 2\theta}{\cos\theta}=\frac{1}{4}$$

$$4\cos 2\theta-\cos\theta=0$$

$$4(2\cos^2\theta-1)-\cos\theta=0$$

$$8\cos^2\theta-\cos\theta-4=0$$

$$\cos\theta=\frac{1+\sqrt{1+32}}{16}\simeq 0/772$$

$$\theta\simeq 39/4^\circ \Rightarrow 2\theta=78/8^\circ$$

۳-۲۲۹

$$\overline{F}=\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{m\Delta V}{\Delta t}$$

$$\frac{F_1}{F_2}=\frac{m_1}{m_2}\times\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2}$$

$$\frac{F}{F_2}=\frac{m}{2m}\times\frac{V}{2V}$$

$$F_2=4F$$

۲-۲۳۰

طبق قانون دوم نیوتون:

$$F=ma$$

$$\frac{f_1}{f_2}=\frac{m_1}{m_2}\times\frac{a_1}{a_2}$$

$$\frac{f_1}{2f}=\frac{m}{2m}\times\frac{a_1}{a_2}$$

$$a_1=a_2$$

از طرف دیگر برای مسافت طی شده تا توقف داریم:

لذا:

$$x=-\frac{V_0^2}{2a}$$

$$x=-\frac{V_0^2}{2a_1}$$

$$X=-\frac{V_0^2}{2a_2}$$

باتوجه به برابری شتابها، مسافتهای پیچیده شده برابرند:

$$X=x$$

۳-۲۳۱

$$\cos\varphi=\frac{R}{Z}=\frac{V_R}{V}$$

$$0/6=\frac{60}{V} \Rightarrow V=100V$$

$$V^2=V_R^2+V_L^2$$

$$100^2=60^2+V_L^2 \Rightarrow V_L=80V$$

۱-۲۳۲

$\xrightarrow{V}$ $\alpha=0$

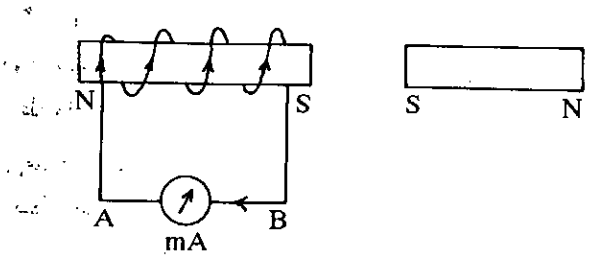
$F=qVB\sin\alpha$

$\xrightarrow{B}$ $F=qVB(0)$

$F=0$

۳-۲۳۳

با توجه به قانون لنز جهت جریان القائی در سیم‌پیچ طوری است که با عامل تغییر شار (نزدیک شدن آهنربا به سیم‌پیچ) مخالفت می‌کند، لذا لازم است که قطب راست سیم‌پیچ همنوع با قطب چپ آهنربا باشد، که با استفاده از قاعدهٔ دست راست جریان القائی در میلی آمپرسنج باید از B به طرف A باشد.



۲-۲۳۴

$$\begin{cases} tg\phi=\dfrac{X_L-X_C}{R} \\ \phi=\dfrac{\pi}{۲} \end{cases} \Rightarrow \quad R=۰ \ , \ X_L-X_C<۰$$

یعنی در این مدار مقاومت اهمی حتماً وجود ندارد و خازن حتماً وجود دارد و سیم‌پیچ بدون مقاومت اهمی ممکن است وجود داشته باشد.

۴-۲۳۵

$$\begin{cases} \Phi=۵t \\ E=-\dfrac{d\Phi}{dt} \end{cases} \Rightarrow \quad E=-۵V$$

یعنی نیروی محرکهٔ القائی ثابت است.

۱-۲۳۶

پس از جدا شدن خازن از مولد، صفحه‌های آن هیچ‌گونه تبادل بار با محیط یا با خود ندارند لذا بار روی صفحه‌ها ثابت می‌ماند. با نزدیک کردن صفحه‌ها به یکدیگر، ظرفیت خازن طبق رابطهٔ $C=k\varepsilon_۰\dfrac{A}{d}$ افزایش می‌یابد و در نتیجه اختلاف پتانسیل بین دو صفحه طبق رابطهٔ $V=\dfrac{q}{C}$ و انرژی طبق رابطهٔ $W=\dfrac{q^۲}{۲C}$ هر دو کاهش می‌یابند.

۳-۲۳۷

ظرفیت خازن به مشخصه‌های ساختاری آن بستگی دارد، مثلاً ظرفیت یک خازن مسطح طبق رابطهٔ $C=k\varepsilon_۰\dfrac{A}{d}$ به مساحت صفحه‌ها و فاصلهٔ بین صفحه‌ها و جنس محیط بین صفحه‌ها بستگی دارد. از این رو طبق این رابطه، ظرفیت خازن مستقل از بار و اختلاف پتانسیل است.

باید توجه داشت که طبق رابطهٔ $C=\dfrac{q}{V}$ برای هر خازن نسبت بار ذخیره شده روی صفحه‌های آن به اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های آن همیشه مقداری است ثابت.

۱-۲۳۸

چون شدت صوت با مجذور فاصلهٔ شنونده تا چشمهٔ صوت رابطهٔ وارون دارد؛ با سه برابر شدن فاصله، شدت صوت $\dfrac{۱}{۹}$ برابر می‌شود. باید توجه داشت که مقداری از انرژی صوتی در محیط جذب می‌شود.

۲-۲۳۹

بخشی از لوله که بیرون از آب است یک لوله صوتی بسته است. با توجه به ثابت بودن تواتر دیاپازن و در نتیجه ثابت بودن تواتر صوت تشدید شده در لوله و نیز ثابت بودن سرعت صوت طبق رابطهٔ $\lambda=\dfrac{V}{f}$ طول موج امواج صوتی در لوله ثابت است. چون در سطح آب ایجاد می‌شود لذا در این دو حالتِ تشدید، لوله به اندازهٔ فاصله دو گره متوالی یعنی نصف طول موج بیرون آمده است بنابراین:

$$\frac{\lambda}{۲}=۲۰\ cm \quad \Rightarrow \quad \lambda=۴۰\ cm=۰/۴\ m$$

$$\lambda=\frac{V}{f}$$

$$۰/۴=\frac{۳۴۰}{f} \quad \Rightarrow \quad f=۸۵۰\ Hz$$

۴-۲۴۰

$$y=r\sin\left(\omega t+\theta_۰\right)$$

$$V=\frac{dy}{dt}=r\omega\cos\left(\omega t+\theta_۰\right)=r\omega\sin\left(\omega t+\theta_۰+\frac{\pi}{۲}\right)$$

$$\phi=\left(\omega t+\theta_۰+\frac{\pi}{۲}\right)-\left(\omega t+\theta_۰\right) \quad \Rightarrow \quad \phi=\frac{\pi}{۲}\ rad$$

۱-۲۴۱

با فرض آنکه انرژی مکانیکی آونگ ثابت بماند و سطح افقی گذرنده از گرانیگاه آونگ در وضع تعادل، سطح مبدأ انرژی پتانسیل باشد در این صورت داریم:

در وضع تعادل $\quad E_۱=E_{p_۱}+E_{C_۱}=۰+E_C=E_C$

در وضع حداکثر انحراف ۴۵° $\quad E_۲=E_{p_۲}+E_{C_۲}=E_p+۰=E_p$

$$E_۱=E_۲ \Rightarrow E_C=E_p \Rightarrow \frac{E_p}{E_C}=۱$$

۳-۲۴۲

$$\begin{cases} y=۲۰\sin\left(۴t+\dfrac{\pi}{۶}\right) \\ y=r\sin\left(\omega t+\theta_۰\right) \end{cases} \Rightarrow$$

معادله کلی موج

$$\omega = ۴\frac{rad}{s}$$

$$\begin{cases}\omega = ۲\pi f \\ \lambda = \dfrac{V}{f}\end{cases}$$

$$\lambda = \frac{V}{\frac{\omega}{۲\pi}} = \frac{۲\pi V}{\omega} = \frac{۲\times ۳/۱۴\times ۲۰}{۴}$$

$$\lambda = ۳۱/۴\,m$$

۴-۲۴۳

راه اول:

$$x = a\sin(\omega t + \theta_۰)$$

$$V = \frac{dx}{dt} = a\omega\cos(\omega t + \theta_۰)$$

$$V = a\omega\sqrt{۱-\sin^۲(\omega t+\theta_۰)} = a\omega\sqrt{۱-\frac{x^۲}{a^۲}}$$

$$V = \omega\sqrt{a^۲-x^۲}$$

$$E_c = \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{۱}{۲}m\omega^۲(a^۲ - x^۲)$$

در وسط مسیر $E_{C_۱} = \frac{۱}{۲}m\omega^۲(a^۲-۰) = \frac{۱}{۲}m\omega^۲a^۲ = E$

$$E_{C_۲} = \frac{۱}{۲}m\omega^۲\left(a^۲-\left(\frac{a}{۲}\right)^۲\right) = \frac{۱}{۲}m\omega^۲a^۲\left(۱-\frac{۱}{۴}\right) = \frac{۳}{۴}E$$

راه دوم:

انرژی نوسانگر:

$$E = E_c + E_p$$

$$E = \frac{۱}{۲}mV^۲ + \frac{۱}{۲}kx^۲ = \frac{۱}{۲}mV_m^۲ = \frac{۱}{۲}ka^۲$$

در وسط مسیر ($x = \frac{a}{۲}$) داریم:

$$E = \frac{۱}{۲}mV^۲ + \frac{۱}{۲}k\left(\frac{a}{۲}\right)^۲$$

$$E = E_c + \frac{۱}{۲}ka^۲\left(\frac{۱}{۴}\right) = E_C + \frac{۱}{۴}E$$

$$E_c = E - \frac{۱}{۴}E = \frac{۳}{۴}E$$

۱-۲۴۴

طبق قانون ویلهلم-وین ($\lambda_m T = C$) داریم:

$$\lambda_{m_۱}T_۱ = \lambda_{m_۲}T_۲$$

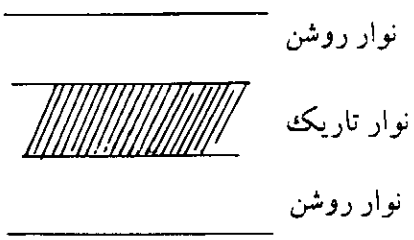
$$\lambda_{m_۱}(\theta_۱+۲۷۳) = \lambda_{m_۲}(\theta_۲+۲۷۳)$$

$$\lambda_{m_۱}(۲۷۳+۲۷۳) = \lambda_{m_۲}(۳\times ۲۷۳+۲۷۳)$$

$$\lambda_{m_۱}\times ۲ = \lambda_{m_۲}\times ۴$$

$$\frac{\lambda_{m_۲}}{\lambda_{m_۱}} = \frac{۱}{۲}$$

۳-۲۴۵



$$\lambda = \frac{xd}{kD}$$

پهنای نوار (چه روشن چه تاریک) برابر نصف فاصلهٔ دو نوار روشن متوالی ($k=۱$) است یعنی $a = \frac{x}{۲}$

بنابراین:

$$a = \frac{\lambda D}{۲d}$$

بنابراین با توجه به ثابت بودن D و d با کاهش طول موج (زیرا طول موج نور آبی کوچکتر از طول موج نور قرمز است) پهنای نوار یعنی a نیز کاهش می‌یابد.

مرحلهٔ دوم

رشتهٔ علوم ریاضی - فنی

۳-۶۶

با توجه به آنکه در یک مایع ساکن نقطه‌های هر سطح افقی

(سطح هم‌تراز) درون آن هم فشار هستند لذا $P_A = P_B$

۲-۶۷

فشار هوای وارد برسطح دومایع قبل از مکیدن برابر فشار هوای بیرون از لوله است. با مکیدن، فشار هوای درون لوله‌ها به یک اندازه کاهش پیدا می‌کند در نتیجه فشار وارد بر دومایع باز هم برابرند یعنی:

$$P_A = P_B$$

$$\rho_A g h_A = \rho_B g h_B$$

$$\frac{h_B}{h_A} = \frac{\rho_A}{\rho_B}$$

$$\frac{h_B}{h_A} = \frac{۰/۸}{۱} = ۰/۸$$

تذکر - هرگاه هوای درون لوله بیشتر از حد معینی مکیده شود دو مایع وارد لولهٔ C می‌شوند.

۳-۶۸

از طرف آب نیروی ارشمیدس رو به بالا بر میله وارد می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون میله نیز نیرویی هم اندازه با آن و رو به پایین برآب وارد می‌کند. بنابراین وزنه باید هم وزن و در نتیجه هم جرم با آب جابه‌جا شده باشد.
برای آب جابه‌جاشده داریم:

$$m' = \rho' V'$$
$$m' = ۱ \times ۲۵ = ۲۵g$$

۲-۶۹

مقدار مادهٔ (تعداد مولکول گرم) یک یا مخلوطی از چند گاز برابر مجموع مقدار ماده‌های هر جزء آن است.
یعنی:

$$n = n_۱ + n_۲ + \dots$$

که در آن n تعداد ماده (تعداد مول یا تعداد مولکول گرم) و واحد آن در SI مول است.
از طرف دیگر طبق قانون عمومی گازها (یعنی، مقدار ثابت $= \frac{PV}{T}$) که مقدار ثابت آن برابر nR است (n مقدار مادهٔ گاز و R ثابت عمومی گازها است) داریم:

$$\frac{PV}{RT} = \frac{P_۱V_۱}{RT_۱} + \frac{P_۲V_۲}{RT_۲} + \dots$$

با حذف R:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_۱V_۱}{T_۱} + \frac{P_۲V_۲}{T_۲} + \dots$$

در این مسأله چون دما ثابت است:

$$PV = P_۱V_۱ + P_۲V_۲$$

$$۵ \times ۴۰ = ۳ \times ۴۰ + ۱ \times V_۲$$

$$V_۲ = ۸۰ \text{ lit}$$

۳-۷۰

گرمایی که آب ۵ درجه از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه تبدیل شود باگرمایی که مقداری یخ صفر درجه می‌گیرد تا ذوب شود برابر است

$$Q = Q'$$
$$mL_f = m'c'\Delta\theta'$$
$$m \times ۸۰ = ۴۰ \times ۱ \times ۵$$
$$m = ۲/۵g$$

۱-۷۱

$$\Delta A = A_۱ \beta \Delta\theta \quad , \quad \beta \simeq ۲\lambda$$
$$\Delta\theta = \frac{\Delta A}{۲\lambda A_۱}$$
$$\Delta\theta = \frac{۰/۰۲A_۱}{۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \times A_۱} = ۵۰۰ \,^\circ C$$

۴-۷۲

$$\frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲}$$

$$\frac{V_1}{t+۲۷۳} = \frac{۲V_1}{۵t+۲۷۳}$$

$$t=۹۱^{\circ}C$$

۴-۷۳

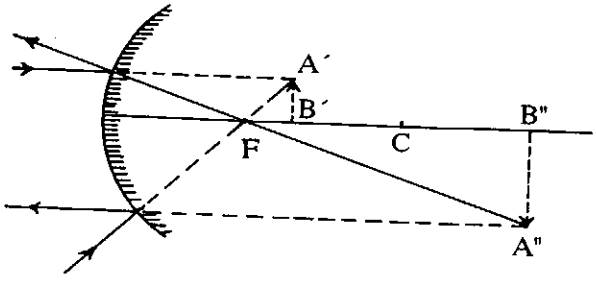
برای آنکه دسته پرتو بازتابش این چشمه از سطح آینه همگرا باشد (یعنی تصویر حقیقی بسازد) باید چشمه خارج از فاصله کانونی آینه قرار گیرد. از طرف دیگر برای آنکه دسته پرتو بازتابش بین آینه و جسم متقارب (همگرا) شود لازم است که چشمه خارج از فاصلهٔ مرکز تا آینه باشد.

۳-۷۴

۱-۷۵

چون دسته پرتو تابش همگراست پس شیء مجازی است. در آینهٔ محدب اگر شیء مجازی خارج از فاصلهٔ کانونی باشد تصویر آن نیز مجازی است. (در صورتی که شیء مجازی در فاصلهٔ کانونی باشد تصویر آن حقیقی است).

برای آسانی در رسم شکل از دو پرتو ویژه استفاده می‌کنیم:



۳-۷۶

تصویر یک شیء حقیقی در آینهٔ محدب همواره مجازی است. از طرف دیگر چون f=۱۰cm و تصویر مجازی در این فاصله تشکیل می‌شود لذا تنها گزینه ۳ می‌تواند درست باشد. با محاسبه نیز داریم:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$$

$$\frac{۱}{۲} = \frac{q}{p}$$

$$p = ۲q$$

$$\frac{۱}{p} + \frac{۱}{q} = \frac{۱}{f}$$

$$\frac{۱}{۲q} + \frac{۱}{q} = \frac{۱}{۱۰}$$

$$q = ۵cm$$

۱-۷۷

در دو حالت داریم:

$$\begin{cases} D_1 = i_1 + i'_1 - A \\ D_2 = i_2 + i'_2 - A \end{cases}$$

دو رابطه را از هم تفریق می‌کنیم:

$$(i_2 - i_1) + (i'_2 - i'_1) = D_2 - D_1$$

چون در حالت اول زاویهٔ خروجی برابر زاویهٔ ورودی پرتو است یعنی منشور در مینیمم انحراف است لذا $D_2 - D_1 > ۰$ و نیز چون در حالت دوم زاویهٔ ورودی ۱۰° کاهش یافته است لذا $i_2 - i_1 = -۱۰^{\circ}$ بنابراین:

$$-۱۰^{\circ} + i'_2 - i'_1 > ۰$$

$$i'_2 > i'_1 + ۱۰^{\circ}$$

یعنی زاویهٔ خروجی بیش از ۱۰° افزایش یافته است.

۳-۷۸

چون دسته پرتو تابش همگراست پس شیء مجازی است، با توجه به اینکه اگر شیء مجازی در فاصلهٔ کانونی عدسی واگرا باشد تصویر آن حقیقی است در نتیجه دسته پرتو خروجی همگراست و اگر شیء مجازی در خارج از فاصلهٔ کانونی عدسی واگرا باشد تصویر آن مجازی است در نتیجه دسته پرتو خروجی واگرا است.

۴-۷۹

عدسی واگرا از شیء حقیقی همواره تصویری مجازی ایجاد می‌کند.

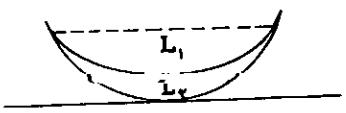
$$\frac{۱}{p} - \frac{۱}{q} = -\frac{۱}{f}$$

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{q} = -\frac{1}{f}$$

$$q = \frac{1}{2} f$$

۲-۸۰

هرچه انحناء سطح کمتر باشد، شعاع انحناء آن بزرگتر است. بنابراین طرف گود عدسی دارای شعاع انحناء بزرگتری است که برای عدسی L_2 یک سطح کاو و برای عدسی L_1 (از آب) یک سطح کوژ محسوب می‌شود:



$$C=(n-1)(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2})$$

برای عدسی L_1 داریم:

$$C_1 = (\frac{4}{3} - 1)(\frac{1}{0/5} + \frac{1}{\infty}) = \frac{2}{3} D$$

برای عدسی L_2 داریم:

$$C_2=(1/5-1)(\frac{1}{0/25} - \frac{1}{0/5}) = 1D$$

$$C = C_1 + C_2$$

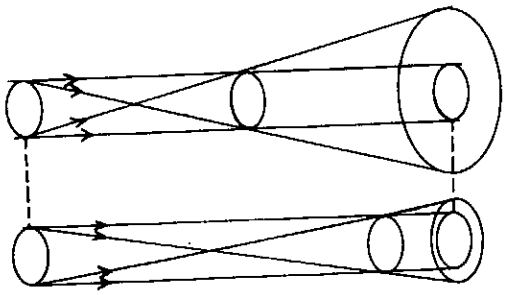
$$C = \frac{2}{3} + 1 = \frac{5}{3} D$$

۲-۸۱

چون ضریب شکست منشور بستگی مستقیم با فرکانس نور(و یا بستگی وارون با طول موج نور) دارد بنابراین هر چه فرکانس نور بیشتر (و یا طول موج کوچکتر) باشد ضریب شکست بزرگتر و در نتیجه انحراف نور بیشتر است.

۱-۸۲

چون سایهٔ قرص هم قطر با خود قرص و هر دو هم قطر با لامپ هستند پس پرتوهایی که از بالای لامپ به بالای قرص واز پایین لامپ به پایین قرص می‌تابند موازی بوده در نتیجه دور شدن قرص از لامپ تأثیری روی اندازهٔ قطر سایه ندارد. اما چنانکه از شکل برمی‌آید پهنای نیمسایه کاهش می‌یابد.



۴-۸۳

$$E=k\frac{q}{r^2}$$

$$\frac{E_2}{E_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$E_2=E_1\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 18\left(\frac{20}{20+10}\right)^2$$

$$E_2=8\frac{N}{C}$$

۴-۸۴

چون خازن از منبع تغذیه جدا شده است، طبق قانون بقاء بار، بارالکتریکی خازن ثابت می‌ماند، با افزایش فاصلهٔ بین صفحه‌ها، ظرفیت خازن طبق رابطهٔ $C=k\varepsilon_0\frac{A}{d}$ کاهش می‌یابد که با توجه به رابطهٔ $V=\frac{q}{C}$، اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ها افزایش می‌یابد.

توجه: با استفاده از دو رابطهٔ $C=k\varepsilon_0\frac{A}{d}$ و $V=\frac{q}{C}$ در رابطهٔ $E=\frac{V}{d}$ داریم:

$$E=\frac{\frac{q}{C}}{\frac{k\varepsilon_0 A}{C}}$$

$$E=\frac{q}{k\varepsilon_0 A}$$

با توجه به ثابت بودن q، A و k، شدت میدان ثابت می‌ماند.

۲-۸۵

$$E=k\frac{q}{r^2}$$

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{q_2}{q_1}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{E_2}{E}=\frac{3q}{q}\left(\frac{r}{2r}\right)^2=\frac{3}{4}$$

۱-۸۶

خازن C با مقاومت R که یک رساناست موازی است و در نتیجه باردار نمی‌شود.

پس از شارژ کامل C_2، جریان در مدار صفر شده اختلاف پتانسیل دو سر C_2 برابر E می‌شود. بنابراین

$$q_1 = 0$$

$$q_2 = C_2V_2 = C_2E$$

$$q_2 = 50\mu F \times 20V = 1000\mu FV = 1000\mu C$$

۲-۸۷

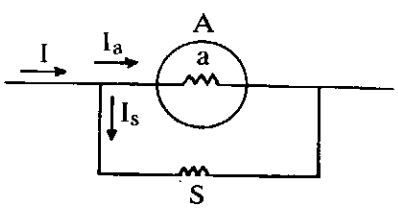
$$R = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{15\times 5/2}{22/5} = 5\Omega$$

$$I_1R_1 = IR$$

$$0/2\times 15 = I\times 5 \Rightarrow I=0/6A$$

$$E = I(R+r) = 0/6(5+1)=3/6V$$

۳-۸۸



$$\begin{cases} I=I_a+I_s \\ aI_a=SI_s \end{cases} \Rightarrow$$

$$I=I_a\left(1+\frac{a}{S}\right)$$

$$2=0/1\left(1+\frac{38}{S}\right)$$

$$20=1+\frac{38}{S}$$

$$S=\frac{38}{19}=2\,\Omega$$

۲-۸۹

چون دو سر هر مقاومت به مولد متصل است پس سه مقاومت موازیند و اختلاف پتانسیل در سر هر یک برابر نیروی محرکه مولد است (زیرا مقاومت درونی مولد صفر است)

$$E=I_1R_1$$

$$12=I_1\times 6$$

$$I_1=2A$$

۴-۹۰

۱-۹۱

$$P=\frac{V^2}{R}$$

$$\frac{P_B}{P_A}=\frac{R_A}{R_B}$$

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{750}{500}=\frac{3}{2}$$

۱-۹۲

مطابق دستور دست راست، هر دو قطب N هستند.

۳-۹۳

مطابق دستور دست راست، نیروی وارد بر سیم به سمت مشرق است.

۲-۹۴

$$B=\frac{\mu_0}{2\pi}\times\frac{I}{d}$$

$$\frac{B_2}{B_1}=\frac{d_1}{d_2}=\frac{20}{20+30}=0/4$$

۴-۹۵

$$\varphi = 5\sin 100t$$

$$e = \frac{d\varphi}{dt} = -۵\times۱۰۰\cos ۱۰۰t$$

$$E_m = ۵۰۰V$$

۲-۹۶

جریان القائی به علت تغییر شار به وجود می‌آید که در این مورد به دلیل ثابت بودن جریان پیل، تغییر شار فقط به هنگام وصل و قطع کلید روی می‌دهد.

۳-۹۷

شدت پرتوهای X بستگی به آهنگ جدا شدن الکترونها از سطح کاتد دارد و این آهنگ بستگی به دمای کاتد دارد.

۱-۹۸

۳-۹۹

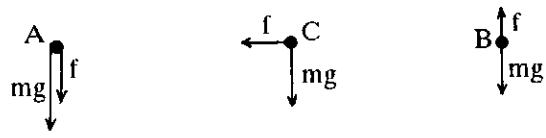
جمع جبری مساحتهای محصور بین نمودار شتاب ـ زمان و محور زمان برابر تغییر سرعت است.

$$\Delta V = \frac{۶+۲}{۲} \times ۲ = ۸\frac{m}{s}$$

$$\Delta V = V - V_۰ \Rightarrow ۸ = V - ۰ \Rightarrow V = ۸\frac{m}{s}$$

۱-۱۰۰

بر هر گلوله دو نیرو وارد می‌شود. نیروی گرانش در راستای قائم رو به پایین و نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت گلوله است که در هر سه حالت یکسان است (زیرا اندازهٔ سرعت گلوله‌ها یکسان است).



$$a_A = \frac{mg+f}{m} \qquad a_C = \frac{\sqrt{(mg)^۲ + f^۲}}{m} \qquad a_B = \frac{mg-f}{m}$$

$$\therefore \quad a_A > a_C > a_B$$

تذکر ـ از نیروی ارشمیدس صرف نظر شده است.

۳-۱۰۱

$$N = m(g+a)$$

$$۵۵۰ = ۵۰(۱۰+a)$$

$$a = ۱\frac{m}{s}$$

جهت شتاب آسانسور هم جهت با N یعنی رو به بالاست.
(در نتیجه حرکت آسانسور تند شونده رو به بالا یا کند شونده رو به پایین است)

۱-۱۰۲

نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت، نیروی جانب مرکز سکه را تأمین می‌کند، بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \mu N = mr\omega^۲ \\ N = mg \end{cases}$$

$$\mu = \frac{r\omega^۲}{g}$$

۲-۱۰۳

بیشترین فشردگی فنر هنگامی حاصل می‌شود که همهٔ انرژی جنبشی وزنه به انرژی پتانسیل کشسانی در فنر تبدیل شود.

$$\frac{۱}{۲}mV_۰^۲ = \frac{۱}{۲}kx^۲$$

$$x = V_۰\sqrt{\frac{m}{k}}$$

۳-۱۰۴

ضریب جهندگی دو شیء نسبت به یکدیگر برابر اندازهٔ سرعت نسبی آنها پس از برخورد به اندازهٔ سرعت نسبی آنها پیش از برخورد است. با توجه به ساکن بودن دیوار داریم:

$$r = \frac{\text{اندازهٔ سرعت نسبی پس از برخورد}}{\text{اندازهٔ سرعت نسبی پیش از برخورد}} = \frac{۴/۵\ m/s}{۵\ m/s} = ۰/۹$$

۴-۱۰۵

شتاب مماسی $a_T = r\alpha$

$$0 = r\alpha$$

$$\alpha = 0$$

۱-۱۰۶

دو موج هنگام رسیدن به نقطه، همراستا و در خلاف جهت یکدیگرند (زیرا $\varphi = \pi$)

$$\therefore a = a_2 - a_1 = 6 - 4 = 2 \text{ cm}$$

۲-۱۰۷

می‌توان نشان داد که ثابت هر نیمهٔ فنر دو برابر ثابت فنر کامل است.

$$k_2 = 2k_1$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{k_1}{k_2}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{k_1}{2k_1}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۳-۱۰۸

$$\begin{cases} \text{لولهٔ باز} & f_1 = \dfrac{V}{2L_1} \\ \text{لولهٔ بسته} & f_1 = \dfrac{V}{4L_2} \end{cases}$$

$$2L_1 = 4L_2$$

$$\frac{L_1}{L_2} = 2$$

۴-۱۰۹

فرکانس یک موج از مشخصات چشمهٔ موج است. و به محیط انتشار بستگی ندارد.

۱-۱۱۰

$$\overline{P} = RI_e^2 = \frac{1}{2}RI_m^2$$

$$\overline{P} = \frac{1}{2} \times 20 \times (3\sqrt{2})^2 = 180 \text{ W}$$

۳-۱۱۱

$$W = \frac{1}{2}LI^2$$

$$2 \times 10^{-2} = \frac{1}{2}(10 \times 10^{-3})I^2$$

$$I = 2A$$

۲-۱۱۲

$$n = \text{tg } i = \text{tg } 60^\circ = \sqrt{3}$$

۲-۱۱۳

$$\lambda = \frac{xd}{kD}$$

$$\begin{cases} x = \dfrac{\lambda kD}{d} \\ x' = \dfrac{D}{d}(n-1)\,e \end{cases}$$

$$x = x' \Rightarrow \frac{\lambda kD}{d} = \frac{D}{d}(n-1)\,e$$

$$n = \frac{\lambda k}{e} + 1 = \frac{0/5 \times 8}{10} + 1 = 1/4$$

۴-۱۱۴

سرعت امواج الکترو مغناطیسی در خلاء برای همهٔ فرکانسها یکسان است. فرکانس امواج مأوراء بنفش بیشتر از فرکانس امواج مادون قرمز است در نتیجه طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{c}{f}$ طول موج ماوراء بنفش کوتاه‌تر است. (هم چنین طبق رابطه $E = hf$ انرژی فوتون ماوراء بنفش بیشتر است.)

۳-۱۱۵

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6/6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{0/5 \times 10^{-6}}$$

$$E = 3/96 \times 10^{-19} J$$

رشتهٔ علوم تجربی

۲-۱۲۶

برای آنکه مجموعهٔ چوب ـ فلز کاملاً در آب غوطه‌ور شود لازم است که چگالی این مجموعه حداقل برابر چگالی آب باشد.

$$\rho=\frac{m_1+m_2}{V_1+V_2}$$

$$1=\frac{30+m_2}{\frac{30}{0/6}+\frac{m_2}{9}}$$

$$30+m_2=50+\frac{m_2}{9}$$

$$m_2=22/5g$$

۴-۱۲۷

$$p=P$$

$$\frac{f}{a}=\frac{F}{A}$$

$$\frac{20}{a}=\frac{F}{100a}$$

$$F=2000N$$

۱-۱۲۸

با توجه به آنکه درون یک مایع در حال تعادل نقطه‌های هر سطح افقی (سطح هم‌تراز) هم فشار هستند لذا

$$P_A=P_B=P_C$$

۱-۱۲۹

مقدرا مادهٔ (تعداد مولکول گرم) یک یا مخلوطی از چند گاز برابر مجموع مقدار ماده‌های هر جزء آن دست. یعنی :

$$n=n_1+n_2+...$$

که در آن n مقدار ماده (تعداد مول یا تعداد مولکول گرم) و واحد آن در SI مول است.

از طرف دیگر طبق قانون عمومی گازها داریم مقدار ثابت $=\frac{PV}{T}$، که مقدار ثابت آن برابر nR است (R ثابت عمومی گازها است) بنابراین:

$$\frac{PV}{RT}=\frac{P_1V_1}{RT_1}+\frac{P_2V_2}{RT_2}+...$$

باحذف R خواهیم داشت:

$$\frac{PV}{T}=\frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}+...$$

با فرض ثابت بودن دما(که در مسأله به آن اشاره‌ای نشده است) داریم:

$$PV=P_1V_1+P_2V_2$$

$$P(3+2)=2\times3+1\times2$$

$$P=1/6\ atm$$

۴-۱۳۰

$$\frac{P_2V_2}{T_2}=\frac{P_1V_1}{T_1}$$

$$\frac{P_2\times\frac{1}{6}V_1}{273+77}=\frac{1\times V_1}{273+7}$$

$$P_2=7/5atm$$

۳-۱۳۱

دسته پرتو تابش همگراست پس شیء مجازی است. آینه مقعر نمی‌تواند از شیء مجازی تصویر مجازی ایجاد کند لذا تصویر حاصل حقیقی است. از آنجاکه آینه مقعر از شیء حقیقی واقع در فاصله کانونی، تصویری مجازی ایجاد می‌کند لذا طبق اصل بازگشت نور آینهٔ مقعر از شیء مجازی، تصویر حقیقی در فاصله کانونی تشکیل می‌دهد.

۲-۱۳۲

آینهٔ مقعر از شیء حقیقی واقع در فاصلهٔ کانونی، تصویری مجازی و بزرگتر، و آینهٔ محدب همواره از شیء حقیقی تصویری مجازی و کوچکتر تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر شیء نزدیک به رأس آینه تصویری (تقریباً) هم اندازه با خود دارد لذا تنها گزینه ۲ می‌تواند درست باشد. با محاسبه می‌توان مکان شیء را به دست آورد.

$$\gamma = \frac{q}{p}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{q}{p} \quad , \quad q = \frac{p}{2}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{p/2} = \frac{1}{f}$$

$$-\frac{1}{p} = -\frac{1}{f} \Rightarrow p = f$$

۲-۱۳۳

اگر فاصلهٔ شیء از کانون را با a و فاصلهٔ تصویر از کانون را با a' نشان دهیم داریم:

$$\begin{cases} p = f + a \\ q = f + a' \end{cases}$$

با جایگذاری ایندو در رابطهٔ $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$ پس از محاسبه و ساده کردن داریم:

$$f^2 = aa'$$

$$f^2 = 1 \times 9 \Rightarrow f = 3cm \Rightarrow r = 6cm$$

۴-۱۳۴

از آنجا که نور از محیط رقیق تر وارد محیط غلیظ‌تر می‌شود به خط عمود نزدیکتر می‌شود.

$$d = i - r$$

$$15 = 60 - r \Rightarrow r = 45^\circ$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{c}{V}$$

$$\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{3 \times 10^5}{V}$$

$$V = 2\sqrt{1/5} \times 10^5 \simeq 2/4 \times 10^5 \frac{km}{s}$$

۳-۱۳۵

آینهٔ محدب همواره از شیء حقیقی تصویری مجازی می‌دهد.

$$\gamma = \frac{q}{p} \quad , \quad \frac{1}{2} = \frac{q}{p} \Rightarrow p = 2q$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{29} - \frac{1}{9} = -\frac{1}{10} \Rightarrow q = 5Cm$$

۳-۱۳۶

$$C = C_1 + C_2 = -1 + 3 = 2D$$

عدسی همگراست (زیرا همگرایی آن مثبت است)

$$C = \frac{1}{f}$$

$$2 = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 0/5m$$

۱-۱۳۷

$$i = i' \Rightarrow r = r'$$

$$r = \frac{A}{2} = 30^\circ$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

$$\sin i = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow i = 90^\circ$$

$$D_m = 2i - A$$

$$D_m = 2 \times 90^\circ - 60^\circ = 120^\circ$$

۳-۱۳۸

بین مساحتهای شیء و تصویر $(\acute{A},A)$ و فاصله‌های شیء و تصویر از روزنه رابطهٔ زیر برقرار است.

$$\frac{A'}{A} = \left(\frac{q}{p}\right)^2$$

با توجه به ثابت بودن مساحت شیء و فاصلهٔ تصویر از روزنه (q,A) داریم:

$$\frac{A'_2}{A'_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2$$

$$\frac{\frac{1}{2}A'_1}{A'_1}=\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2$$

$$\frac{p_2}{p_1}=\sqrt{2}$$

۴-۱۳۹

$$q = it = 1 \times 1 = 1C$$

$$N = \frac{q}{e}$$

$$N = \frac{1}{1/6\times10^{-19}} = 6/25\times10^{18}$$

۱-۱۴۰

$$E=k\frac{q}{r^2}$$

$$\frac{E_2}{E_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{E_2}{18}=\left(\frac{20}{20+10}\right)^2$$

$$E_2=8\frac{N}{C}$$

۳-۱۴۱

با بستن کلید مقاومت مدار کاهش یافته، شدت جریان مدار طبق رابطهٔ $E=I(R+r)$ بیشتر می‌شود (E و r ثابت هستند). اختلاف پتانسیل دو سر پیل طبق رابطهٔ $V=E-Ir$ کمتر می‌شود.

۴-۱۴۲

هنگامی که کلید باز است، ولت‌سنج تقریباً نیروی محرکه پیل را نشان می‌دهد لذا $E=12V$.
هنگامی که کلید بسته است، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد که همان اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ مقاومتهای بیرونی است را نشان می‌دهد.

$V=IR$ اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ مقاومتهای بیرونی
$E-V=Ir$ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت درونی

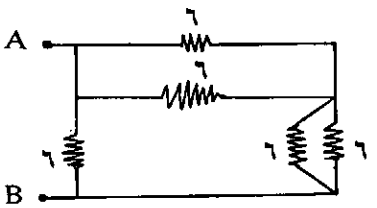
از تقسیم دو رابطه داریم:

$$\frac{V}{E-V}=\frac{R}{r}$$

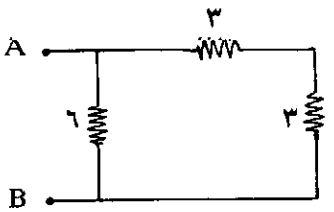
$$\frac{10}{12-10}=\frac{12+8}{r}\Rightarrow r=4\Omega$$

۲-۱۴۳

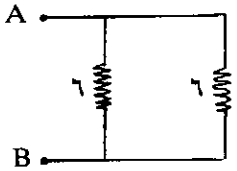
مدار را پیاپی به صورتهای زیر ساده می‌کنیم:



$\frac{6}{2}=3\Omega\Rightarrow$ ⟶



$\frac{6}{2}=3\Omega$ ⟶



$3\times2=6\Omega\Rightarrow$ ⟶

۲-۱۴۴

$$p=\frac{V^2}{R}$$

باتوجه به ثابت بودن اختلاف پتانسیل بین دو نقطه داریم:

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{\frac{R}{2}}{2R}=\frac{1}{4}$$

۱-۱۴۵

طبق قانون دوم فارادی در الکترولیز، برای آزاد شدن یک والانس گرم از هر عنصر باید مقدار معینی بارالکتریکی از مدار بگذرد که در حدود ۹۶۵۰۰ کولن است.

۳-۱۴۶

$$n = 12\frac{\text{حلقه}}{\text{cm}} = 1200\frac{\text{حلقه}}{\text{m}}$$

$$B = \mu_0 nI = 4\pi \times 10^{-7} nI$$

$$3\times10^{-3} \simeq 12/5\times10^{-7}\times1200 I$$

$$I \simeq 2A$$

۱-۱۴۷

به قاعدهٔ دست راست توجه کنید.

۲-۱۴۸

تنها در لحظهٔ وصل و یا در لحظهٔ قطع کلید، شار تغییر می‌کند؛ زیرا طبق قانون فارادی جریان القائی هنگامی ایجاد می‌شود که شار گذرنده از مدار تغییر کند.

۱-۱۴۹

$$\varphi = 5\sin 100t$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dt} = -5\times100\cos 100t$$

$$Em = 500V$$

۳-۱۵۰

افزایش اختلاف پتانسیل بین آند و کاتد موجب افزایش فرکانس (یا کاهش طول موج) پرتو X می‌شود.

۴-۱۵۱

۳-۱۵۲

مساحت محصور بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان برابر تغییر سرعت است:

$$\Delta V = 2\times\frac{6+(6-4)}{2} = 8\frac{m}{s}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$8 = V_2 - 0 \Rightarrow V_2 = 8\frac{m}{s}$$

۲-۱۵۳

چون سطح بدون اصطکاک است طبق قانون بقای انرژی مکانیک داریم:

$$\frac{1}{2}mV^2 = mgh$$

$$V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times10\times10} = 10\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

$$\overline{V} = \frac{V+V_0}{2} = \frac{10\sqrt{2}+0}{2} = 5\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

۱-۱۵۴

راه اول - نیروی کشش T_2 برابر وزن وزنهٔ آویزان به آن است یعنی $T_2 = 20N$.

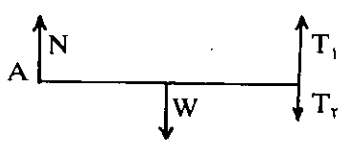
چون میله همگن است گرانیگاه آن در وسط میله بوده در نتیجه نصف وزن میله به هر یک از دو سر آن وارد می‌شود، بنابراین:

$$T_1 = T_2 + \frac{w}{2} = 20 + \frac{40}{2} = 40N$$

راه دوم -

$$T_2 = 20N$$

برآیند گشتاورها حول نقطهٔ A برای میله (به طول l) عبارت است از



$$(T_1 - T_2)l = w\times\frac{l}{2} \Rightarrow T_1 = T_2 + \frac{w}{2} = 40N$$

۴-۱۵۵

شدت میدان گرانش در فاصله r از مرکز زمین از رابطهٔ زیر به دست می‌آید.

$$g = G\frac{M_e}{r^2}$$

اگر شدت میدان گرانش را در سطح زمین با g و در ارتفاع h از سطح زمین با g_h نشان دهیم داریم:

$$\frac{g}{g_h} = \left(\frac{R_e+h}{R_e}\right)^2$$

$$\frac{g}{\frac{1}{9}g}=\left(\frac{R_e+h}{R_e}\right)^2$$

$$3=\frac{R_e+h}{R_e} \Rightarrow \frac{h}{R_e}=2$$ ۲-۱۵۶

طبق قضیهٔ کار - انرژی ($w=\Delta E_c$) داریم:

$$mgdSin\alpha - W_f = \frac{1}{2}mv^2$$

$$40\times 10\times 2/5\times\frac{1}{2}-Q=\frac{1}{2}\times 4\times 4^2$$

$$Q = 18J$$

۲-۱۵۷

در هر پریود نوسانگر ۲بار از وضع تعادل می‌گذرد.

۱-۱۵۸

$$f_1=\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\frac{f_1'}{f_1}=\frac{L}{L'}\sqrt{\frac{F'}{F}}=\frac{L}{2L}\sqrt{\frac{2F}{F}}$$

$$\frac{f_1'}{f_1}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

۱-۱۵۹

لولهٔ بسته $f_1'=\frac{V}{4L'}$

لولهٔ باز $f_1=\frac{V}{2L}$

$$\frac{f_1'}{f_1}=\frac{L}{2L'}=\frac{L}{2\times\frac{1}{2}L}=1$$

۳-۱۶۰

$$C=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}=\frac{6\times 3}{6+3}=2\mu F$$

با توجه به اینکه بار مجموعهٔ خازنها برابر بار هر یک از خازنهاست داریم $W_1=\frac{q^2}{2C_1}$. با جایگذاری q دررابطهٔ $V=\frac{q}{C}$ داریم:

$$V=\frac{\sqrt{2C_1W_1}}{C}$$

$$V=\frac{\sqrt{2\times 6\times 10^{-6}\times 3\times 10^{-4}}}{2\times 10^{-6}}=\frac{6\times 10^{-5}}{2\times 10^{-6}}$$

$$V=30\ V$$

۳-۱۶۱

با توجه به اینکه نیروی محرکهٔ القائی برابر با مشتق شار نسبت به زمان است، در لحظه‌ای که شار ماکزیمم است نیروی محرکه صفر است.

۴-۱۶۲

$$V^2=V_R^2+\left(V_L-V_C\right)^2=100^2+(120-60)^2$$

$$V=80\ V$$

$$\cos\varphi=\frac{V_R}{V}=\frac{80}{100}=0/8$$

۱-۱۶۳

$$V=L\frac{di}{dt}$$

$$V=0/1\times 100\cos 100t=10\cos 100t$$

$$V_e=\frac{V_m}{\sqrt{2}}=\frac{10}{\sqrt{2}}=5\sqrt{2}\ V$$

۴-۱۶۴

$$f=\frac{c}{\lambda}$$

$$\frac{f_1}{f_2}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\frac{f_1}{f_2}=\frac{0/6\times 10^{-6}}{0/01\times 10^{-10}}=6\times 10^5$$

۴-۱۶۵

$$I_e=\frac{I_m}{\sqrt{2}}=\frac{2}{\sqrt{2}}=\sqrt{2}\ A$$

$$2\pi f=120\pi$$

$$f=60\ Hz$$

۲ـ آزمایش (باردار کردن آب)
۳ـ بارهای الکتریکی (در آب)
۳ـ آموزش فیزیک (بارهای الکتریکی در آب)

آب را چگونه باردار کنیم

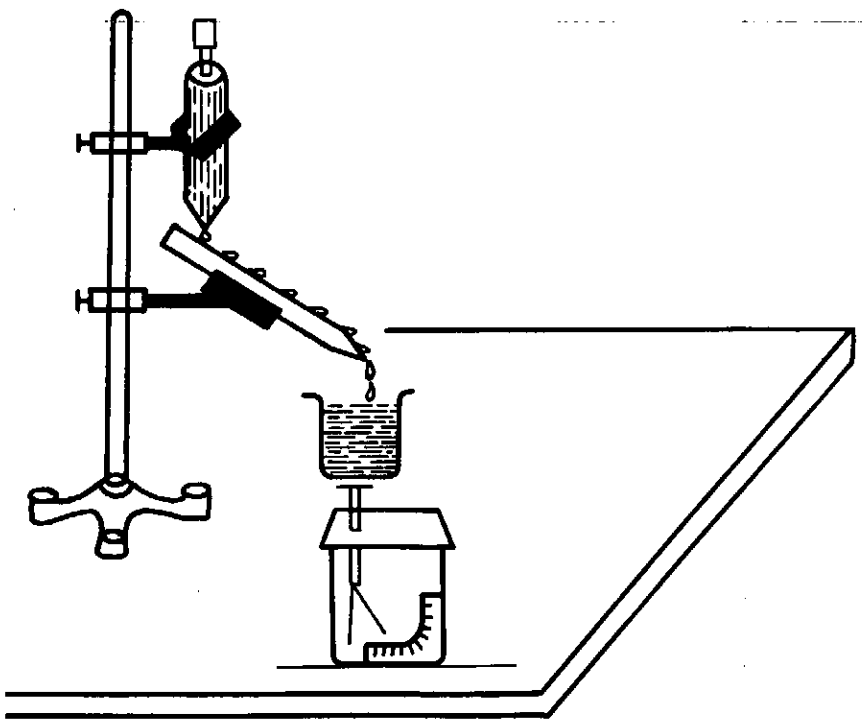
نوشتهٔ محمدرضا خیاطان

مقدمه:

مایعات نیز مانند جامدات بر اثر مالش باردار می‌شوند.همان‌طور که دو جسم جامد مانند ابونیت یا شیشه بر اثر مالش با پارچه باردار می‌شوند آب هم بر اثر مالش بر روی بارافین جامد (شمع) باردار خواهد شد.با آزمایش زیر می‌توانید این موضوع را تحقیق کنید.

وسائل مورد نیاز:

۱ ــ پایه	۱ عدد
۲ ــ میلهٔ ۷۵ سانتیمتری	۱ عدد
۳ ــ گیرهٔ دو سر	۲ عدد
۴ ــ گیرهٔ لوله‌گیر	۲ عدد
۵ ــ استوانهٔ شیردار یا بورت	۱ عدد
۶ ــ لیوان فلزی	۱ عدد
۷ ــ الکتروسکوپ	۱ عدد
۸ ــ شمع	۱ عدد
۹ ــ میخ	۱ عدد



روش آزمایش:

۱ ــ با انتهای میخ شیار باریکی در طول شمع ایجاد کنید.

۲ ــ میله را روی پایه سوار کرده به‌وسیله گیرهٔ دو سر و گیرهٔ لوله‌گیر شمع و استوانهٔ شیردار را در ارتفاع مناسب به میله وصل کنید (شمع شیب کمی با افق داشته باشد).

۳ ــ لیوان فلزی را روی کلاهک الکتروسکوپ بگذارید سپس این مجموعه را زیر شمع قرار دهید.

۴ ــ درون استوانهٔ شیردار آب ریخته و شیر آنرا باز کنید تا قطرات آب بر روی شیار شمع غلتیده و در انتها داخل لیوان فلزی بریزد.

۵ ــ پس از اینکه عقربه الکتروسکوپ انحرافی را نشان داد می‌توانید بار الکتریکی آنرا با یک میله باردار مشخص کنید.

دربارهٔ نشریات رشد تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور که به منظور ارتقاء سطح دانش معلمان و ایجاد ارتباط متقابل میان صاحبنظران، معلمان و دانشجویان با برنامه‌ریزان امور درسی از سوی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کُتب درسی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش‌وپرورش هر سه ماه یکبار منتشر می‌شود، در حال حاضر عبارتند از:

۱ – رشد آموزش ریاضی	۳۷	۶ – رشد آموزش زبان	۳۳
۲ – رشد آموزش شیمی	۳۴	۷ – رشد آموزش زمین‌شناسی	۲۸
۳ – رشد آموزش جغرافیا	۳۲	۸ – رشد آموزش فیزیک	۳۱
۴ – رشد آموزش ادب فارسی	۳۱	۹ – رشد آموزش معارف اسلامی	۱۸
۵ – رشد آموزش زیست‌شناسی	۲۸	۱۰ – رشد آموزش علوم‌اجتماعی	۱۴

۱۱ – رشد آموزش راهنمایی ۳

دبیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت‌معلم و سایر علاقه‌مندان به اشتراک این مجلات می‌توانند جهت دریافت مجله، حق اشتراک یکساله خود را به حساب ۹۰۰۵۷ نزد بانک ملی شعبهٔ خردمند جنوبی - قابل پرداخت در کلیهٔ شعب بانک ملی - واریز و فیش آن را همراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی تهران، جادهٔ آبعلی - خیابان سازمان آب، بیست‌متری خورشید، مرکز توزیع انتشارات کمک‌آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ - تلفن ۷۷۵۱۱۰ - ارسال دارند.

ضمناً، معلمان، کارشناسان، مدیران، پژوهشگران و سایر علاقه‌مندان به امور تعلیم و تربیت جهت آگاهی بیشتر از یافته‌های صاحبنظران می‌توانند با پرداخت مبلغ ۸۰۰ ریال در هر سال ۴ جلد فصلنامهٔ تعلیم و تربیت دریافت نمایند.

قابل توجه مشترکین و علاقه‌مندان:

۱ - به اطلاع مشترکین و علاقه‌مندان مجلات رشد تخصصی می‌رساند، چنانچه فرم اشتراک به‌طور کامل تنظیم و همراه حوالهٔ بانکی ارسال نشود، مرکز توزیع از ارسال مجلهٔ مورد درخواست معذور است.

۲ - متقاضیانی که احتمالاً به دلیل نقص درخواست به تقاضای آنان پاسخ داده نشده است، می‌توانند جهت روشن شدن موضوع با مرکز توزیع مکاتبه و یا تماس حاصل فرمایند.

۳ - درصورت تغییر نشانی پستی، مراتب را با ذکر شماره اشتراک به مرکز توزیع مجلات اعلام نمایید.

* دانشجویان مراکز تربیت‌معلم می‌توانند با ارسال فتوکپی کارت تحصیلی خود از ۵۰٪ تخفیف برخوردار شوند.

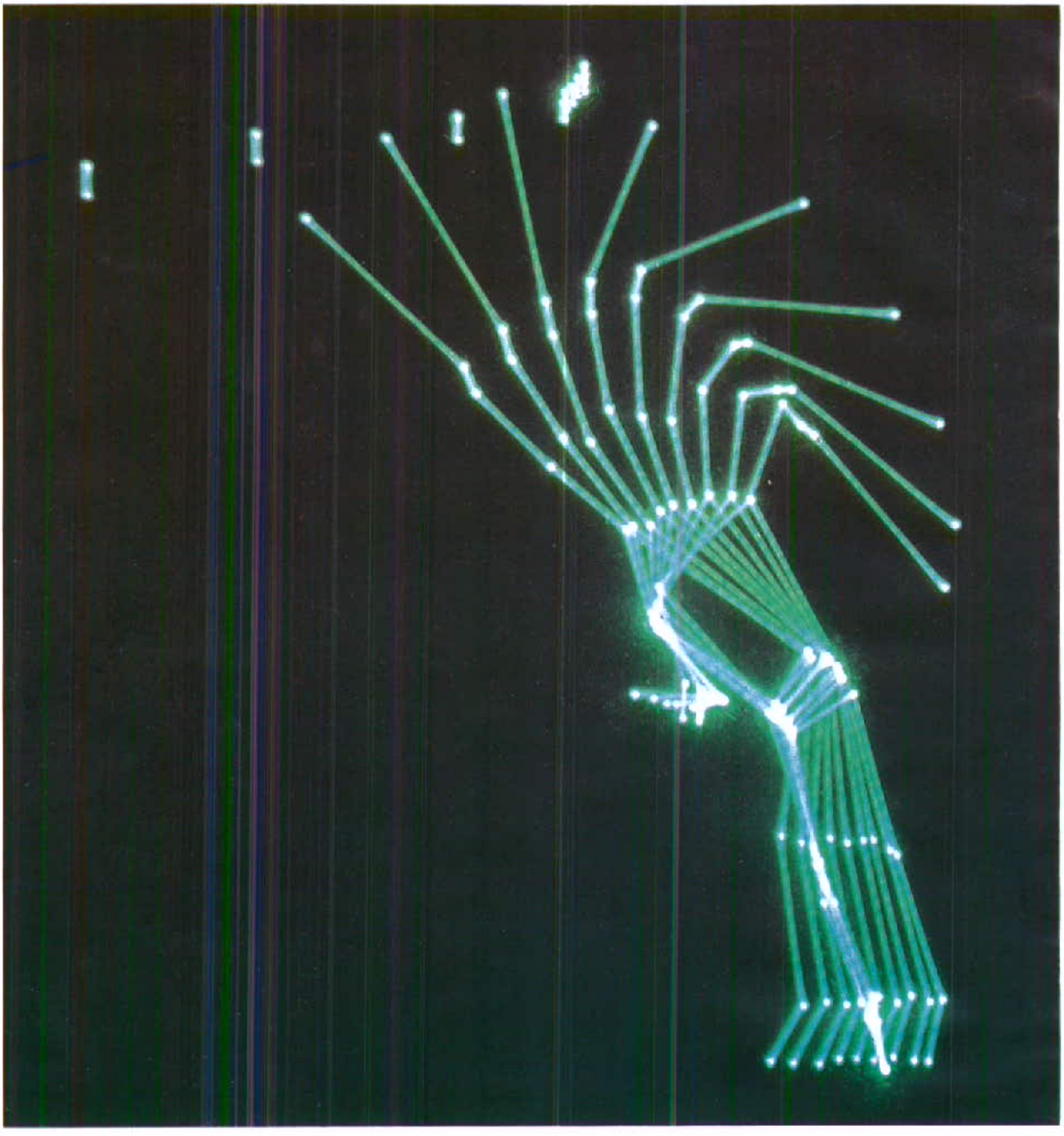
فرم اشتراک

.....

اینجانب ..... با ارسال فیش واریز مبلغ ..... ریال، متقاضی اشتراک یکسالهٔ مجلهٔ رشد آموزش ..... هستم.

نشانی دقیق متقاضی: شهرستان: ..... خیابان: ..... کوچه: .....

پلاک: ..... کُد پستی: ..... تلفن: .....



توضیح عکس ـ حرکت بیرونیا نه بسرو زدن است بسیار پیچیده است. اما بی توان با استفاده از کامپیوتر این حرکت پیچیده را به چند حرکت ساده تقسیم کرد. حرکت هر جزء بدن در سرو زدن جالب دارد. تحلیل این حرکتهای ساده بی توانند نشان دهند که آیا شخص سرو زن برای وارد کردن بیشترین نیرو بر روی توپ به درستی حرکت بی‌کند یا نه

رشد آموزش زیست‌شناسی
رشد آموزش ریاضی
رشد آموزش زبان
F L T
رشد آموزش فیزیک
رشد آموزش شیمی
رشد آموزش جغرافیا
رشد آموزش ابتدایی
آیا شما مجلات رشد مخصوص دبیران را می‌خوانید؟
مجلات رشد تخصصی هر سه ماه یکبار، برای استفاده دانشجویان رشته‌های مختلف و دانش علاقه‌مند دبیرستانها از سوی سازمان بر برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و منتشر می‌شود.