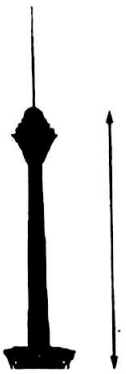
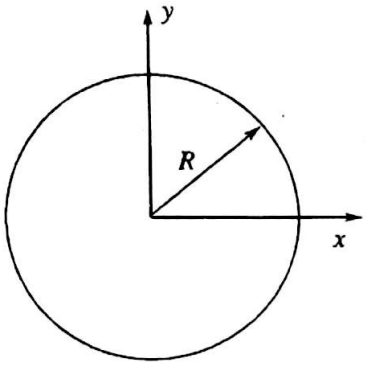
۱- از سارهٔ کروی شکل برج میلاد، تیله‌ای را رها می‌کنیم. ارتفاع نقطه‌ای که تیله از آن رها شده، ۳۲۰ متر است. قطر این تیله $1.6\ \text{cm}$ و چگالی حجمی شیشه‌ای که تیله از آن ساخته شده، $2.5\times10^{3}\ \text{kg/m}^3$ است. چگالی هوا $\rho=1.3\text{kg/m}^3$ و شتاب جاذبه $g=9.8\text{N/kg}$ است. در رابطهٔ مقاومت هوا ($F=\frac{1}{2}C\rho Av^2$)، ضریب $C=0.60$ را برای این جسم در نظر بگیرید



(الف) سرعت حد این تیله چند متر بر ثانیه است؟

(ب) فرض کنید در زمانی که تیله به زمین می‌رسد، سرعتش تقریباً سرعت حد باشد. کاری که نیروی مقاومت هوا روی آن انجام داده، چه‌قدر است؟

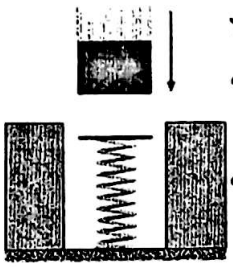


۲- جسمی به جرم m روی دایره‌ای به مرکز مبدا مختصات و شعاع ثابت R می‌چرخد. این دایره روی صفحه‌ی xy قرار دارد. زاویه‌ی بردار مکان این جسم با محور x، بر حسب زمان عبارت است از $\theta(t)=\omega_0 t+\alpha\cos\beta t$ که ω_0، α و β کمیت‌های ثابتی هستند.

(الف) بردار مکان این جسم را بر حسب زمان به دست آورید.

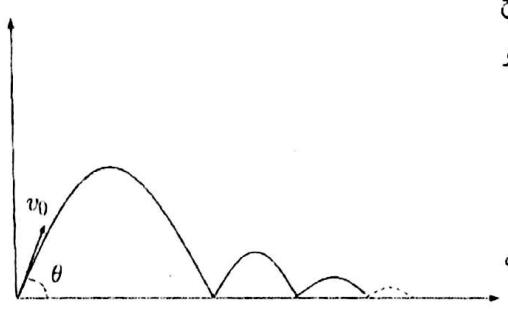
(ب) در زمان دلخواه t برآیند نیروهای وارد بر این جسم چه‌قدر است؟

۳- سنگی به جرم m از ارتفاع h روی فنری که جرمش ناچیز است، سقوط می‌کند. این فنر نه کشیده شده و نه فشرده شده است. محور عمودی را y بگیرید و جهت مثبت آن رو به بالا فرض کنید. مبدأ مختصات را نیز روی بالاترین نقطه فنر در همین حالت کشیده نشده و فشرده نشده، فرض کنید.



به محض اینکه سنگ به فنر می‌رسد به آن می‌چسبد. با فرض اینکه انرژی تلف شده ناچیز باشد، بیشترین ارتفاع و کمترین ارتفاعی که جسم بعد از برخورد با فنر خواهد داشت را به دست آورید.

۴- یک پرتابه با سرعت اولیه v_0 تحت زاویه θ نسبت به سطح افق پرتاب می‌شود. در هر برخورد پرتابه با سطح زمین، هر دو مولفه‌ی سرعت پرتابه β برابر می‌شوند($\beta<1$).



(الف) برد نهایی این پرتابه چه‌قدر است؟

(ب) مدت زمانی که طول می‌کشد تا این پرتابه بر روی سطح زمین متوقف شود را به دست آورید.

۵- برآورد کنید چه مقدار انرژی در ساختن برج میلاد، صرف غلبه بر گرانش شده است؟ کلیه پارامترهای عددی مورد نیاز را تخمین بزنید. جواب نهایی حتماً به صورت عددی باشد. جواب را در حد مرتبه‌ی بزرگی گزارش کنید. به عنوان مثال بنویسید $\sim 10^6\ J$.

روابط ریاضی:

$$1+\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\ldots=e^x$$

$$1+x+x^2+\ldots=\frac{1}{1-x},\ |x|<1$$

موفق باشید

به نام خدا

امتحان میان ترم دوم فیزیک ۱

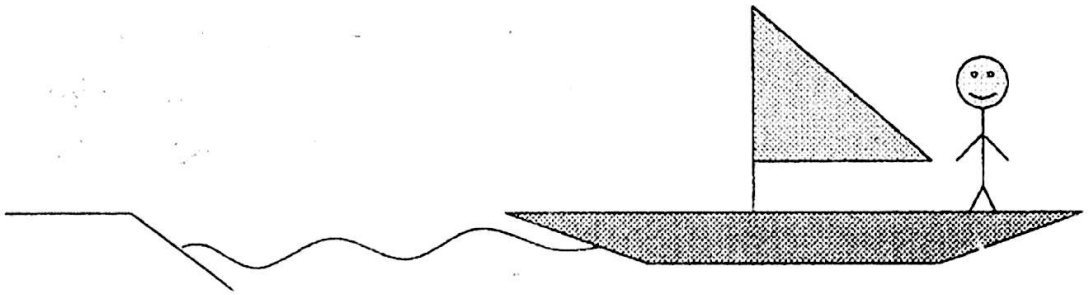
۸۵/۹/۱۶ مدت: ۳ ساعت

۱- ذره ای به جرم 1kg و تندی 5 m/s در امتداد مستقیم حرکت می کند. در لحظه ی $t = 0$ ذره در مکان x_0=8m است. نیروی $F = F_0(\frac{x}{x_0} - 1)$ با F_0 =10N به آن وارد می شود.

الف) کار انجام شده تا زمانی که جسم به مکان x=16m می رسد، چه قدر است؟

ب) انرژی جنبشی ذره در x=16m چه قدر است؟

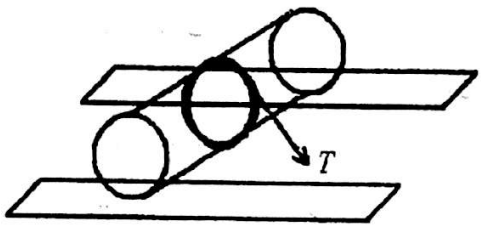
۲- مانند شکل، شخصی به جرم m در انتهای یک قایق به جرم M و طول L، شناور بر روی یک دریاچه آرام، ایستاده است. فاصله ی شخص از لبه ساحل d است. اگر شخص طول قایق را طی کرده و به انتهای دیگر قایق برسد و سپس بایستد، در این حالت فاصله ی شخص تا ساحل چه قدر می شود؟ فرض کنید که اصطکاک بین قایق و آب قابل صرف نظر کردن است. جواب را به ازای مقادیر m=45kg ، M=180kg ،d=6.1m ،L=2.4m به دست آورید.

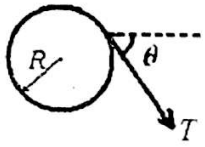


۳- مطابق شکل استوانه ای به شعاع R و جرم M روی دو الوار قرار گرفته است و با نیروی T که مماس بر استوانه و درست در وسط استوانه است کشیده می شود. جهت T با افق زاویه ی θ می سازد. فرض کنید که استوانه روی الوار ها غلتش کامل می کند.

الف) شتاب خطی استوانه چه قدر است؟

ب) در حالت $\theta = 0, \pi/2, \pi$ شتاب خطی استوانه چه قدر است؟



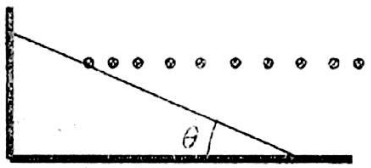


۴- مانند شکل گوه‌ای با شیب θ و جرم M به دیواری قائم تکیه داده شده است. گلوله‌های کوچکی هر یک به جرم m با سرعت افقی یکسان v به این گوه می‌خورند و به طور آینه‌ای بازتاب می‌شوند. برخوردها کشسان است و درنتیجه اندازه‌ی سرعت گلوله‌ها قبل و بعد از برخورد یکی است. آهنگ برخورد گلوله‌ها، یعنی تعداد گلوله‌هایی که در واحد زمان به گوه برخورد می‌کنند را k بگیرید. از اثر گرانش روی حرکت گلوله‌ها چشم‌پوشی کنید.

آ) در هر برخورد بردار تغییر تکانه‌ی ذره‌ی برخورد کننده چه قدر است؟

ب) نیروی متوسطی که دیواره‌ی افقی و دیواره‌ی عمودی به گوه وارد می‌کنند را به دست آورید.

پ) به ازای $\theta = Sin^{-1}(0.60)$ ، $M = 2.1$ Kg ، $m = 1.5$ gr و $k = 13\,(1/s)$ این نیرو ها را بیابید.

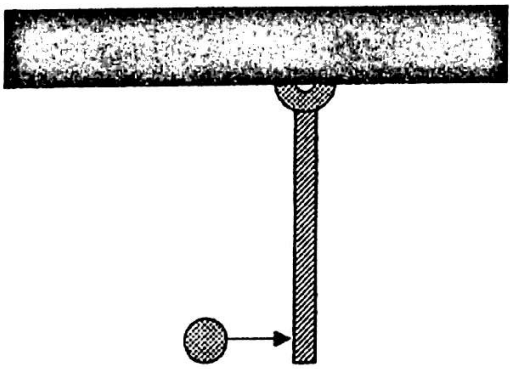


۵- میله ای به جرم 100 گرم و به طول 50 سانتی متر به صورت افقی از یک انتها به یک لولا وصل شده است. خمیری به جرم 10 گرم و با سرعت 5 متر بر ثانیه به لبه آن برخورد می کند و به آن می چسبد.

الف- سرعت زاویه ای میله بلافاصله پس از برخورد چقدر است؟

ب- تکانه خطی میله و خمیر پس از برخورد چقدر است؟

ج- ضربه وارد بر لولا بر اثر برخورد را حساب کنید. در صورتی که برخورد یک صدم ثانیه طول کشیده باشد به طور متوسط چه نیرویی به لولا وارد شده است؟



بسمه تعالی

امتحان میان ترم دوم فیزیک پایه یک

دانشگاه صنعتی شریف

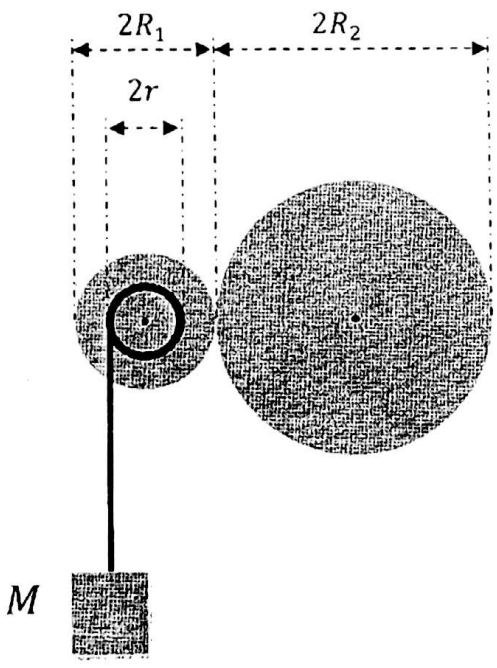
۲۱ آذر ماه ۱۳۸۷

- زمان امتحان ۲ ساعت و ۳۰ دقیقه است
- همراه داشتن ماشین حساب و تلفن مجاز نیست
- پیش از شروع به پاسخگویی به سوالات، نام و نام خانوادگی، شماره دانشجویی و شماره گروه درس خود را هم در برگه امتحانی و هم در پاسخ نامه بنویسید.
- خروج از سالن امتحان تا نیم ساعت پس از توزیع سوالات مجاز نمی باشد.

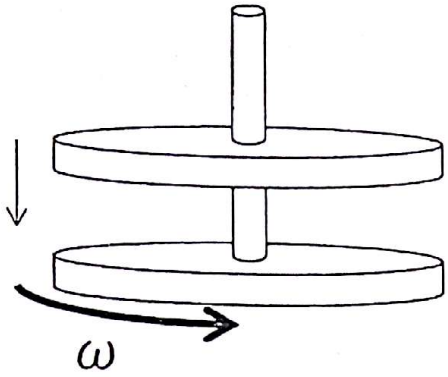
نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی: شماره گروه:

۱. دو ذره ی A و B با جرم های m_A و m_B بر روی خط راست با سرعت های v_A و v_B در دستگاه آزمایشگاه و در یک جهت در حال حرکت اند به طوری که ذره ی A پشت سر ذره ی B و سرعتی بیش از ان $(v_A > v_B)$ دارد.
الف) سرعت مرکز جرم این دو ذره را به دست آورید.
ب) با استفاده از قانون تبدیل سرعت ها، سرعت و تکانه ی ذرات را نسبت به ناظر روی مرکز جرم به دست آورید.
ج) این دو ذره به صورت یک بعدی با هم برخورد غیر الاستیک سر به سر داشته (ذرات بعد از برخورد بر روی محور حرکت اولیه باقی می مانند) به طوری که انرژی جنبشی ذرات بعد از برخورد برای ناظر روی مرکز جرم، به نصف مقدار اولیه کاهش می یابد. برای ناظر مرکز جرم، سرعت و تکانه ذرات را بعد از برخورد به دست آورید.
د) اتلاف انرژی در دستگاه آزمایشگاه چقدر است؟

۲. چرخی به شعاع $R_1 = R$ متصل به یک استوانه ی هم محور به شعاع $r = \frac{1}{2}R$، با چرخ بزرگتری به شعاع $R_2 = 2R$ مطابق شکل در تماس است. وزنه ای به جرم M به وسیله ریسمانی که به دور استوانه ی چرخ کوچکتر پیچیده شده است، در میدان گرانش g دستگاه را به حرکت در می آورد. هردو چرخ می توانند در صفحه قائم، آزادانه حول محورهایی عمود بر صفحه که از مراکز آنها میگذرد بچرخند ولی بدلیل اصطکاک میان دو چرخ، لغزش در نقطه تماس آنها امکان پذیر نیست. لختی دورانی چرخها حول محور دورانشان به ترتیب $I_1 = I$ و $I_2 = 4I$ می باشد. (توجه کنید که لختی دورانی چرخ کوچکتر به همراه استوانه آن داده شده است.) شتاب خطی وزنه، نیروی کشش طناب و شتابهای دورانی هر کدام از چرخ ها را به دست آورید.



۳. دیسکی به لختی دورانی I_1 در صفحهٔ افقی با سرعت زاویه ای ثابت ω_i حول محوری که از مرکز دیسک می گذرد در حال دوران است. دیسک دیگری به لختی دورانی I_2 را بدون حرکت دورانی برروی دیسک چرخان رها می کنیم. این دو دیسک در نهایت با سرعت زاویه ای یکسان به همراه یکدیگر خواهند چرخید.



الف) مقدار سرعت زاویه ای نهایی ω_f را بر حسب کمیت های داده شده ی مسئله به دست آورید.

ب) چه مقدار انرژی مکانیکی در این فرایند به گرما تبدیل شده است؟

٤. یک جعبه به ارتفاع H به قاعده مربعی به ضلع L و جرم m بر روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ایستایی μ_s قرار داده شده است.

الف) برای واژگون کردن جعبه نیروی افقی F را بر آن وارد می کنیم. نیروی F در چه کمینه ارتفاعی (نسبت به سطح زمین) به جعبه وارد شود تا آن را در آستانه دوران بدون لغزش قرار دهد؟

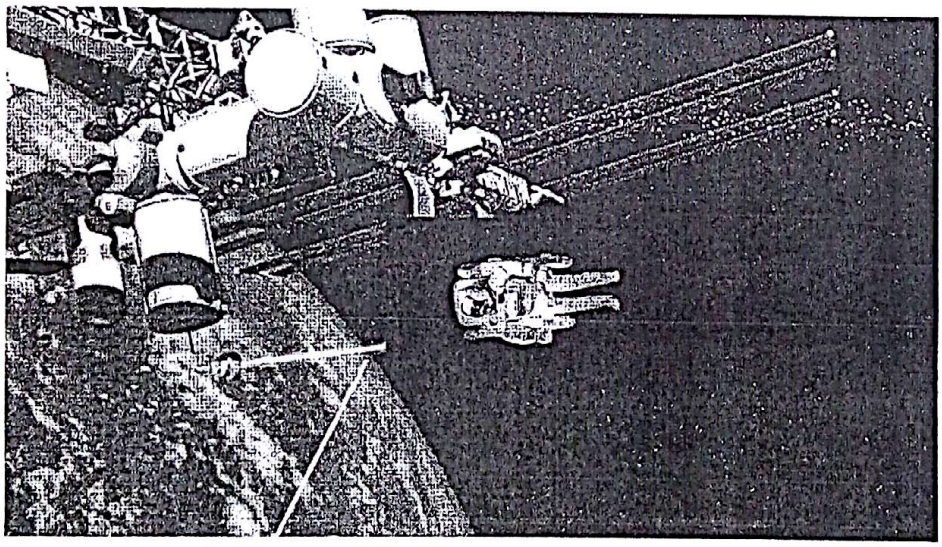
ب) کمترین مقدار لازم μ_s برای انجام این کار چقدر است؟

ج) کار این نیرو تا آستانه ی واژگونی جعبه را به دست آورید.

۵. فضا نوردی به جرم M (جرم فضا نورد و تمامی تجهیزات همراه او) که برای تعمیرات در خارج از یک ایستگاه فضایی مشغول کار است، ناگهان اتصال خود را با ایستگاه از دست میدهد. در حالیکه دو دست شخص کاملا در کنار بدن وی قرار دارد متوجه می شود که میله ای متصل به ایستگاه در مقابلش و در فاصله d از کتف او در راستای بدنش قرار دارد. فرض کنید بدن شخص در امتداد طول میله قرار داشته و سر او به میله نزدیک باشد. طول دستان فضا نورد، از نوک انگشتان تا کتف او برابر با d و درست به اندازه فاصله نوک میله تا کتف او است.

الف) در صورتیکه فضا نورد یکی از دستان خود را برای گرفتن میله دراز کند، فاصله نوک انگشتان وی تا نوک میله چقدر خواهد بود؟ فرض کنید جرم دست او m باشد.

ب) او برای نجات خود آچاری به جرم m' که در دست دیگر خود دارد را پرتاب میکند. دراین صورت مکان آچار را در لحظه ای که نوک انگشتان فضا نورد سر میله را لمس می کند به دست آورید.



میله متصل به ایستگاه فضایی

موفق باشید

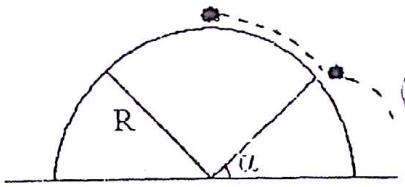
امتحان میان ترم فیزیک پایه ۱ (نیمسال اول ۹۰-۹۱)

زمان امتحان: ۳ ساعت

استفاده از ماشین حساب غیر مجاز است.

۱- یک الکترون با تندی $1.2*10^7$ m/s در راستای افقی وارد محیطی می شود که به دلیل وجود میدان الکتریکی نیروی $4.5*10^{-16}$ N در جهت بالا به آن وارد می شود. با صرفنظر کردن از نیروی گرانش واثرات نسبیتی، میزان انحراف الکترون از راستای افقی را پس از طی مسافت ۳۰ میلی متر تعیین کنید؟ (۱ نمره)

۲- جسم کوچکی به جرم m از نقطه بالایی یک سطح نیمکره ای با شعاع R بدون سرعت اولیه به پایین می لغزد. با فرض صرفنظر کردن از اصطکاک بین سطوح جسم و نیمکره، و جابجایی نیمکره نسبت به زمین، زاویه جدا شدن جسم از سطح نیمکره (α) را تعیین کنید. (۱ نمره)

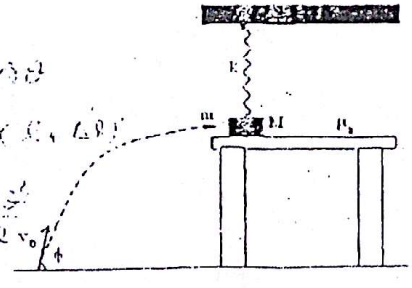


۳- پرتابه ای به جرم m (با سرعت پرتاب v_0 و زاویه ϕ نسبت به افق) در نقطه اوج خود به جعبه ای به جرم M برخورد کرده و در آن فرو می رود. جعبه روی میز در حالت ساکن قرار داشته و به یک فنر با جرم ناچیز و ضریب سختی k متصل شده است. در لحظه برخورد طول فنر در حالت عادی خود قرار دارد و هیچ نیرویی را به جسم وارد نمی کند. پس از توقف پرتابه در داخل جعبه، مجموعه این دو وارد سطحی با ضریب اصطکاک جنبشی μ_k می شوند. با فرض کوچک بودن زاویه θ و قرار داشتن جعبه بر روی میز در طول حرکت جسم، کمیات زیر را تا لحظه ای که سرعت به طور لحظه ای صفر می‌شود را تعیین کنید. (در θ کوچک $\sin\theta=\tan\theta=\theta$, $\cos\theta=1-\theta^2/2$) (۱.۵ نمره)

الف) کار نیروی فنر بر مجموعه جعبه و پرتابه

ب) کار نیروی اصطکاک بر مجموعه جعبه و پرتابه

ج) معادله ای که با حل آن بتوان میزان جابجایی جسم روی میز را تعیین کرد.



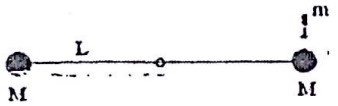
۴- مکان مرکز جرم یک میله استوانه ای ساخته شده از آلیاژ مس و آهن (مقدار آهن از یک انتها به انتهای دیگر میله به طور خطی از صفر تا ۱۰۰ درصد تغییر می کند) را تعیین کنید. طول میله ۱ متر و شعاع آن ۱ سانتی متر، و چگالی آهن و مس به ترتیب ۸ و ۹ گرم بر سانتی متر مکعب را در نظر بگیرید. (۱ نمره)

۵- دو گلوله کوچک با جرمهای برابر ۲ کیلوگرم به انتهای میله ای به طول ۲ متر و جرم ناچیز متصل شده اند. مرکز میله به دیوار نصب شده به طوریکه میله می تواند بدون اصطکاک در صفحه عمودی بچرخد. در حالتیکه میله در راستای افقی ساکن است، خمیر کوچکی با جرم ۵۰ گرم و تندی ۳ متر بر ثانیه با گلوله سمت راست برخورد کرده و به آن می چسبد. (۱.۵ نمره)

الف) سرعت زاویه ای سیستم میله و گلوله ها را بلافاصله پس از برخورد تعیین کنید.

ب) نشان دهید که نسبت انرژی بعد و قبل از برخورد مستقل از تندی خمیر و طول میله است. مقدار آن را در این مساله تعیین کنید.

ج) پس از طی چه زاویه ای نسبت به حالت اولیه، میله برای اولین بار به طور لحظه ای متوقف می شود.



۶- در یک روز آفتابی نیمی از بال سمت راست یک هواپیمای مسافری ایرباس A330 با ۳۰۰ مسافر که در حال حرکت افقی در ارتفاع ۲۰۰۰ متری بود، در اثر یک ثانحه هوایی شکسته و از هواپیما جدا می شود. در این حادثه موتورهای هواپیما و سیستم الکترونیک از کار افتاده و خلبان هیچ کنترلی برای تعیین مسیر ندارد. با فرض صرفنظر کردن از نیروی مقامت هوا، هر گونه صدمات بعدی در هواپیما، و تغییر در نیروی وارد بر بالها در طول سقوط کمیات زیر را در هنگام برخورد هواپیما با زمین تخمین بزنید. (۲ نمره)

الف) سرعت خطی در راستای عمودی و افقی

ب) سرعت زاویه ای هواپیما

ج) متوسط نیروی وارد شده بر بدنه هواپیما

د) متوسط نیروی وارد شده بر بال هواپیما

موفق باشید.

۹۰/۹/۲۴

امتحان میان ترم فیزیک پایه ی ۱ (۱۸ آبان ۱۳۹۱)

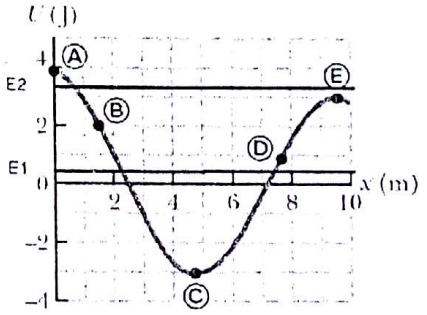
وقت امتحان ۲ و نیم ساعت

۱- فرض کنید سه ثابت فیزیکی به نام های h، ثابت پلانک و با بعد (دیمانسیون) $[h] = ML^2T^{-1}$، سرعت نور c با بعد $[c] = LT^{-1}$ و ثابت گرانش G با بعد $[G] = L^3T^{-2}M^{-1}$ داشته باشیم. در اینجا L, T و M به ترتیب ابعاد زمان، طول و جرم را مشخص می کنند.

الف) با ترکیب این سه کمیت به صورت $h^\alpha c^\beta G^\gamma$، سه کمیت به ترتیب با بعد زمان، طول و جرم درست کرده و برای هر کمیت توان های α, β و γ را حساب کنید. به ترکیباتی که بدین صورت درست می شوند،طول پلانک، زمان پلانک و جرم پلانک گویند.

ب) با جاگذاری $h = 6.6 \times 10^{-34}\ kg\ m^2 s^{-1}$، $c = 3 \times 10^8 m\ s^{-1}$ و $G = 6.6 \times 10^{-11}\ m^3\ kg^{-1} s^{-2}$ مقدار عددی طول، جرم و زمان پلانک را به دست آورید.

۲- منحنی انرژی پتانسیل که در شکل مقابل نشان داده شده است را در نظر بگیرید:

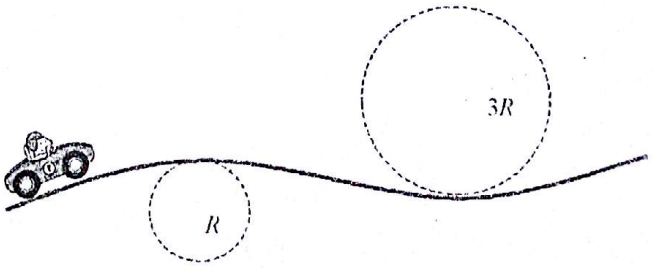


الف) برای ۵ نقطه نشان داده شده در شکل تعیین کنید که نیروی $F(x)$ برای کدامیک از آنها مثبت، منفی یا صفر می‌باشد؟

ب) نقاط مربوط به تعادل پایدار، ناپایدار و بی‌تفاوت را بیان کنید.

ج) مختصات x نقاط برگشت را برای ذراتی که انرژی کل مکانیکی E_1 و E_2 دارند (روی شکل نشان داده شده است) را مشخص کنید. برای کدامیک از ذرات با انرژی‌های E_1 و E_2، حضور در مکان $x = 9\ m$ امکان‌پذیر می‌باشد؟

۳- راننده ای با سرعت یکنواخت بر روی جاده ی ای مطابق شکل حرکت میکند. در طول این جاده یک تپه به شعاع انحنای R و در ادامه ی مسیر یک دره به شعاع انحنای $3R$ قرار دارد. راننده با سرعتی از این مسیر میگذرد که در بالاترین نقطه از تپه احساس بی وزنی میکند. در صورتی که وزن راننده $70\ kg$ باشد، راننده در پایین ترین نقطه ی دره وزن خود را چه مقدار احساس می کند؟



۴- بارش برفی را در نظر بگیرید که در جهت عمود بر سطح زمین انجام می شود.

الف) با فرض اینکه این بارش با سرعت حد انجام می گیرد، بر اساس مشاهدات زمستانی خود سرعت سقوط دانه های برف را حدس بزنید.

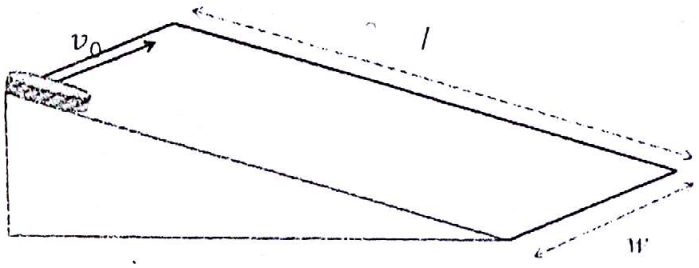
ب) خودرویی با سرعت مطمئنه در یک جاده ی برون شهری که هنوز از برف پوشیده نشده در حرکت است. زاویه ی بارش برف نسبت به راستای قائم از دید سرنشینان این خودرو را تخمین بزنید.

برای انجام محاسبات لازم است، برآورد های معقول و مناسب در نظر بگیرید و نهایتا جواب های عددی تخمینی خود را ارائه دهید.

۵- از گوشه ی بالایی یک سطح شیب دار با زاویه شیب ۳۰ درجه جسمی با سرعت اولیه v_0 در راستای افقی بر روی سطح پرتاب میشود (شکل را ببینید). اگر طول سطح l و عرض آن w باشد،

الف) بیشترین سرعت v_0 برای اینکه جسم قبل از رسیدن به انتهای سطح از ضلع دیگر خارج نشود چه مقدار است؟ (از ابعاد جسم در مقایسه با ابعاد سطح صرف نظر کنید. اصطکاک میان سطح و جسم را ناچیز فرض کنید. شتاب گرانش را g بگیرید.)

ب) معادله حرکت جسم بر روی سطح را بدست آورید.

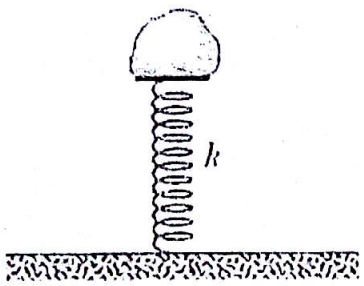


۶- سنگی به جرم $8\ kg$ بر روی فنری قائم مطابق شکل قرار گرفته است و در اثر نیروی وزن آن، فنر به اندازه $10\ cm$ فشرده شده است.

الف) ثابت فنر چقدر است؟ (شتاب گرانش زمین را $g = 10\ m/s^2$ فرض کنید.)

ب) سنگ را بر رویِ فنر فشار میدهیم تا فنر به اندازه $30\ cm$ دیگر فشرده شود و در این نقطه رهایش میکنیم. انرژی پتانسیل فشرده شدن فنر درست پیش از آزاد کردن سنگ چه مقدار است؟

ج) وقتی که سنگ رها میشود بیشینه ی ارتفاع سنگ (نقطه بازگشت) نسبت به نقطه ای که رها شده است چقدر است؟



موفق باشید.

به‌نام خدا

امتحان میانی درس فیزیک یک ۹۲/۸/۱۶ وقت سه ساعت

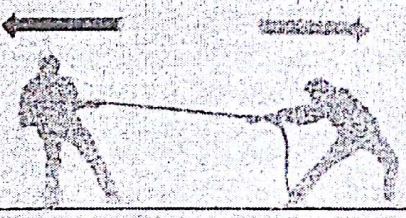
۱- (۱۰ نمره) (در این سوال تمام مقادیر عددی لازم را به شکل معقولی در حد مرتبه‌ی بزرگی تخمین بزنید) یک نیروگاه برق آبی که در کنار یک سد کاملا پرشده از آب قرار دارد را در نظر بگیرید.

آ) با تخمین میزان جریان آب ورودی به این سد (یعنی تخمین عرض و عمق رودخانه و سرعت آب) و همچنین ارتفاع سد، توان برق تولیدی این نیروگاه را برآورد کنید. فرض کنید که بازدهی نیروگاه ٪۵۰ است.

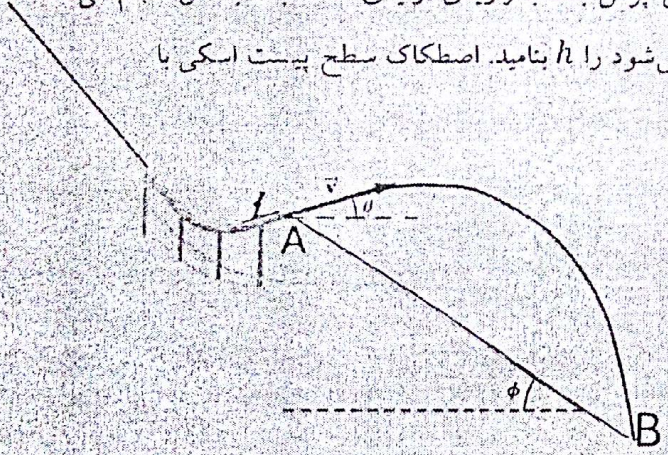
ب) این نیروگاه، تقریبا برق چند خانوار شهری را می تواند تامین کند؟ برای این کار، در ابتدا برق مصرفی متوسط هر خانوار در اوج مصرف را تخمین بزنید.

پ) تقریبا چند نیروگاه برق آبی لازم است ساخته شوند تا توانی معادل با یک نیروگاه اتمی (مثل نیروگاه بوشهر) تولید کنند؟

۲- (۵ نمره) در شکل مقابل زاویه طناب با افق θ ، جرم هر دو فرد برابر هم و برابر با m و ضریب اصطکاک میان زمین و کفش آنها μ است. حداکثر نیرویی که هر یک از این دو می توانند به طناب وارد کنند ولی حرکت نکنند چقدر است؟ کدام فرد مسابقه را می‌برد؟



۳- (۱۵ نمره) اسکی‌بازی مانند شکل از روی سرسره‌ای سر می‌خورد و سپس پرش بلند با زاویه‌ی اولیه‌ی θ نسبت به افق انجام می‌دهد. ارتفاع نقطه‌ی شروع سر خوردن روی سرسره نسبت به نقطه‌ای که پرش آغاز می‌شود را h بنامید. اصطکاک سطح پیست اسکی با چوب‌های اسکی و همچنین مقاومت هوا را ناچیز فرض کنید.



آ) سرعت اسکی‌باز وقتی پرش را آغاز می‌کند (نقطه‌ی A) چه‌قدر است؟

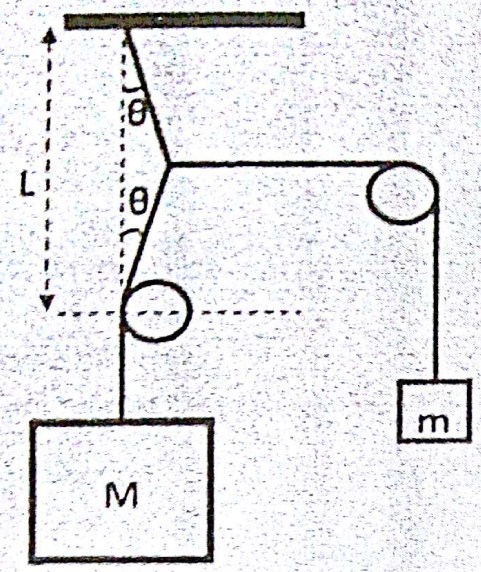
ب) برد پرش اسکی‌باز (یعنی فاصله‌ی AB)، با فرض ناچیز بودن مقاومت هوا چه‌قدر است؟

پ) زاویه‌ی θ قابل تنظیم است. آن را چه‌قدر بگیریم که برد بیشینه باشد؟

ت) طول پیست اسکی که اسکی‌باز پیش از پرش می‌پیماید حدود صد متر است و شیب آن تقریبا ۶۰ درجه است. شعاع انحنای قسمت پایینی سرسره حدود پنج متر است. برای اسکی بازی با جرم معمول یک انسان، بیشترین نیرویی را که به اسکی‌باز از طرف کف وارد می‌شود به تقریب به دست آورید.

ث) می‌خواهیم ببینیم آیا تقریب ناچیز بودن مقاومت هوا موجه بوده است یا نه. با نوشتن رابطه‌ی مقاومت هوا و تخمین ویژگی‌های فیزیکی اسکی‌باز، سرعت حد او را تخمین بزنید. سرعتی که در اسکی‌باز در نقطه‌ی A دارد، چه کسری از سرعت حد است؟ نیروی مقاومت هوا چه کسری از نیروی وزن است؟ آیا تقریب ناچیز بودن مقاومت هوا درست است؟

۴) (۲۰ نمره) برای بالا بردن یک جسم سنگین به جرم $M = 1000kg$ (مثل یک خودرو) از سطح زمین با استفاده از یک جسم بسیار سبکتر به جرم $m=30\ kg$ (که می‌تواند نیروی وزنی معادل با نیروی اعمالی توسط یک شخص ایجاد کند)، از یک جرثقیل مطابق شکل روبرو استفاده می‌کنیم.

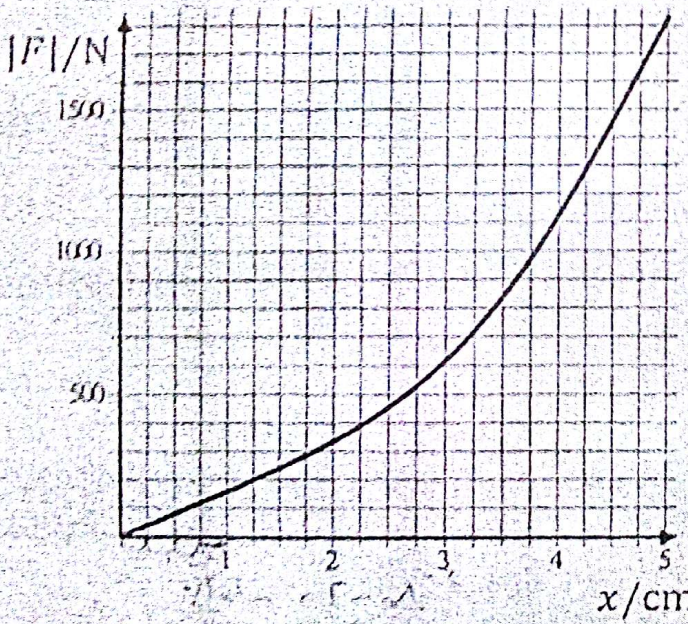


الف) در حالت تعادل، میزان انحراف کابل جرثقیل نسبت به راستای قائم (θ) بر حسب درجه چه قدر است؟

ب) تغییر ارتفاع جسم M از سطح زمین به ازای متصل کردن جسم m چه قدر است؟ فرض کنید که $L=10\ m$ است. (برای θهای کوچک می‌توان نوشت: $\cos\theta \simeq 1 - \frac{\theta^2}{2}$)

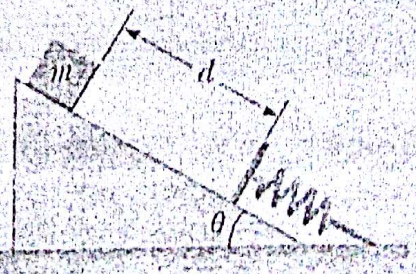
ج) اکنون فرض کنید که این امکان وجود دارد تا بعد از هر بار اتصال و رها کردن جرم m همان جسم M را در ارتفاع جدیدش ثابت نگه داشته، جرم m را از سیستم موقتا جدا کرده، کابل مربوط به جسم M را کاملا کشیده تا مجددا $\theta=0$ شده، بار دیگر جرم m را به سیستم متصل کرده و رها کنیم تا مجددا یک انحراف در راستای کابل مطابق (الف) ایجاد شود. این فرآیند باید چند بار تکرار شود تا جسم M در حدود $10\ cm$ از سطح زمین بلند شود؟

۵- (۲۰ نمره) فنر غیر ایده‌آلی در اختیار داریم که نمودار اندازه‌ی نیرو برحسب میزان فشردگی آن مطابق شکل روبرو است. این فنر مانند شکل در پایین سطح شیب‌داری به زاویه‌ی 30^o قرار داده شده است. جسمی به جرم $1.2kg$ از فاصله‌ی $d = 2.4m$ از روی سطح شیب‌دار رها می‌شود به سمت پایین می‌لغزد.



الف) فرض کنید اصطکاک ناچیز است. حداکثر فشردگی فنر چه‌قدر است؟
(دقت کنید که چون فنر بسیار سخت است، جابجایی آن کوچک است و می‌توان از کار نیروی وزن در این جابجایی کوچک چشم‌پوشی کرد.)

ب) فرض کنید ضریب اصطکاک لغزشی جسم با سطح شیب‌دار برابر با $\mu_k = 0.3$ باشد. این بار حداکثر فشردگی جسم چه‌قدر است؟ همچنان تقریب قسمت بالا را می‌توانید به کار ببرید.



موفق باشید.

دانشگاه صنعتی شریف

امتحان میان ترم فیزیک عمومی ۱

شامل: ۴ سؤال

وقت: ۲ ساعت و ۳۰ دقیقه

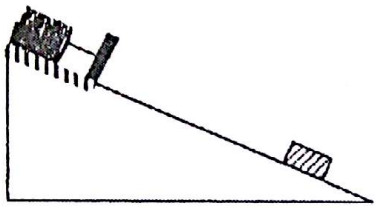
این آزمون ۶ نمره از نمره نهایی فیزیک عمومی ۱ را شامل میشود

سؤال ۱: خروجی یک بزرگراه به گونه‌ای طراحی شده که خودروها بدون در نظر گرفتن اصطکاک میتوانند با سرعت $95\ \text{km/h}$ در این خروجی حرکت کنند و لیز نخورند. شعاع پیچ این خروجی $210\ \text{m}$ است و سطح آن نسبت به افق زاویه θ می‌سازد.

- ✓ الف) زاویه‌ی θ چقدر است؟ ($g \cong 10\text{m/s}^2$)

با توجه به اینکه اگر اصطکاکی وجود نداشته باشد، خودروهایی که با سرعتی کم حرکت میکنند به پایین لیز می‌خورند،

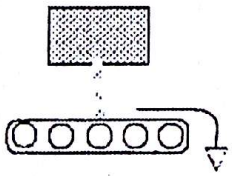
- ✓ ب) کمینه ضریب اصطکاک بین لاستیک ها و سطح جاده چقدر باید باشد تا حتی اگر سرعت خودرویی صفر هم باشد لیز نخورد؟
- ✓ ج) با توجه به این ضریب اصطکاک، بیشینه سرعتی که خودروها می‌تواند روی سطح خروجی حرکت کنند چقدر است؟



سؤال ۲: جسمی به جرم $m = 2\text{kg}$ با سرعت اولیه $v_0 = 4\,\text{m/s}$ از پایین به سمت بالای یک سطح شیب‌دار بدون اصطکاک به زاویه‌ی 37 درجه، مماس بر سطح، شلیک میشود. در فاصله‌ی 0.8m از نقطه‌ی شروع حرکت، فنری با ثابت فنر $k = 1.52\times10^2\,\text{N/m}$ قرار دارد و درست زیر فنر، سطح شیب‌دار تبدیل به سطحی با ضریب اصطکاک‌های جنبشی و ایستایی $\mu_k = 0.30$ و $\mu_s = 0.85$ می‌شود. ($g \cong 10\text{m/s}^2$ و $\sin 37^0 \cong 0.6$)

- ✓ الف) فنر حد اکثر چقدر فشرده می‌شود؟
- ✓ ب) آیا بعد از آن جسم حرکت می‌کند؟ اگر می‌کند سرعت آن هنگام رسیدن به نقطه‌ی اولیه چقدر است؟

سؤال ۳: از محفظه ای مطابق شکل شن به صورت عمودی با آهنگ $\frac{dm}{dt} = \sigma$ بر روی صفحه متحرکی می‌ریزد. شن‌ها پس از برخورد به صفحه، همراه با آن حرکت می‌کنند.



- ✓ الف) چه نیرویی باید به صفحه متحرک وارد شود تا حرکتش را با سرعت ثابت v ادامه دهد؟
- ✓ ب) آهنگ افزایش انرژی جنبشی سیستم شامل صفحه متحرک و شن انباشته شده را بدست آورید.
- ✓ ج) توان خارجی لازم برای ثابت نگه داشتن سرعت صفحه را بدست آورید.
- ✓ د) چه مقدار انرژی در واحد زمان به صورت گرما تلف می‌شود؟

سؤال ۴: دختر بچه ای سنگی را که در انتهای طنابی بسته شده است بر روی دایره افقی به شعاع 1.5m به ارتفاع $h = 2.0\text{m}$ از سطح زمین به صورت یکنواخت می‌چرخاند. ناگهان طناب پاره می‌شود و سنگ پرتاب می‌شود. سنگ پس از طی فاصله افقی $d = 10\text{m}$ به زمین برخورد می‌کند. شتاب جانب به مرکز سنگ در حین حرکت دایره ای یکنواخت را معین کنید ($g \cong 10\text{m/s}^2$).

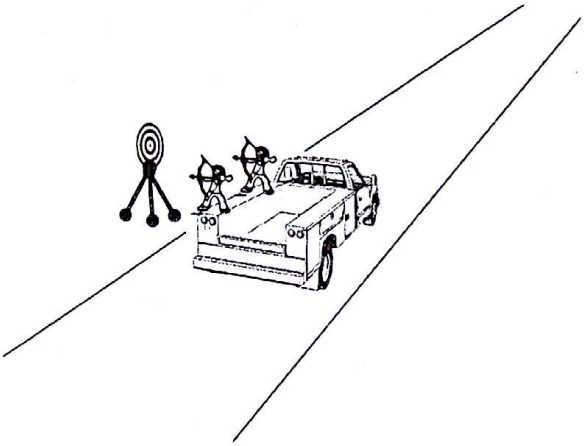
به نام خدا

۹۴/۸/۲۸

امتحان میانی فیزیک یک

شش سوال، ۶۰ نمره + ۲ نمره‌اضافه- مدت سه ساعت

۱- (۱۰ نمره) در یک مسابقه، دو تیرانداز سوار بر یک خودرو که با سرعت 30 m/s در یک خط مستقیم در حال حرکت است به سمت هدفی که در کنار جاده قرار گرفته، و جهت آن عمود بر مسیر حرکت خودرو است، تیر اندازی می کنند. طبق قاعده‌ی مسابقه، تیراندازها مجازند وقتی که خودرو درست مقابل هدف قرار می گیرد، تیر اندازی کنند. تیرانداز شماره ۱ می‌تواند تیر را با سرعت 40 m/s پرتاب کند و تیرانداز شماره ۲ با سرعت 20 m/s.

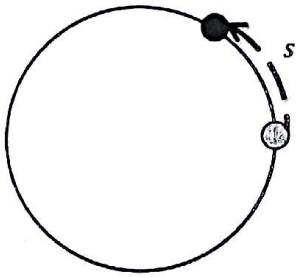


آ) تیراندازها بدون در نظر گرفتن نیروی گرانش، محاسبه می‌کنند که در چه زاویه‌ای نسبت به افق باید تیر خود را رها کنند. زاویه‌ای که هر یک به دست می‌آورد چه‌قدر است؟ فرض کنید نقطه پرتاب و مرکز هدف در یک ارتفاع از سطح زمین قرار دارند. آیا هر دو تیرانداز موفق می شوند تیر ها را به هدف برسانند؟ توضیح دهید.

ب) با توجه به این که گرانش وجود دارد، تیر تیراندازی که حساب کرده است می‌تواند به هدف بزند به کجا می‌نشیند؟ فرض کنید فاصله نقطه پرتاب تا هدف 7 m و $g=10\ m/s^2$ است.

۲- (۱۰ نمره) کودکی اسباب بازیش را بر روی ریلی که بر سطح شیب داری تعبیه شده است با سرعت اولیه v_0 به سمت بالای سطح شیب دار هل می دهد. اسباب‌بازی تا ارتفاع معینی بالا رفته و سپس به سمت پایین می لغزد. زاویه سطح شیب دار $\alpha = 45^\circ$ است. زمان لازم برای پایین آمدن اسباب‌بازی دو برابر زمان لازم برای بالا رفتن آن است. ضریب اصطکاک جنبشی سطح را به دست آورید.

۳- (۱۰ نمره) جسمی به جرم m تحت تاثیر نیرویی بر روی یک مسیر دایره ای شکل به شعاع R در حال حرکت شتابدار است. نیرو به گونه‌ای به آن وارد می‌شود که جسم روی دایره می‌ماند و اگر روی دایره مسافت s را پیموده باشد، انرژی جنبشی آن مساوی با $K = \alpha s^2$ می‌شود، که α یک عدد ثابت است.



آ) وقتی جسم مسافت s را پیموده باشد چه سرعتی دارد؟

ب) کار نیروی وارد بر جسم در طی همین مسافت چه‌قدر است؟

پ) اندازه برایند نیروی وارد بر جسم را بر حسب s و R به‌دست آورید.

۴- (۱۰ نمره) حداکثر توان یک خودرو برابر با P_{max} است. این خودرو در مسیری مستقیم و هموار با توان بیشینه‌ی خود در حال حرکت است. نیروی مقاومت هوا را متناسب با مجذور سرعت بگیرید.

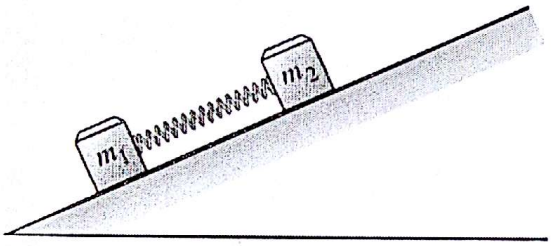
آ) سرعت بیشینه‌ی این خودرو را بر حسب P_{max}، سطح مقطع موثر خودرو (A) و چگالی هوا (ρ) به دست آورید.

ب) توان خودرویی مثل پراید حدود 50 kW است. سرعت حد این خودرو را بر حسب km/h تخمین بزنید. مقادیر مربوط به پارامترهایی را که لازم دارید تخمین بزنید.

پ) توان اتلافی مربوط به مقاومت هوا در طی حرکت چه قدر است؟

ت) معادله‌ای بنویسید که با حل آن بتوان حداکثر سرعت خودرو را در جاده‌ای که شیب سر بالایی با زاویه‌ی θ نسبت به افق دارد به دست آورد. نیازی به حل این معادله نیست.

۵- (۱۲ نمره) مطابق شکل دو جسم با یک فنر به هم متصل شده‌اند و روی یک سطح شیبدار با زاویه‌ی $\theta = 30^o$ $(\sin 30^o = 0.5)$ قرار دارند. جرم جسم‌ها برابر است با $m_1 = 2.5\text{kg}$ و $m_2 = 4.0\text{kg}$ و هر یک با سطح ضریب اصطکاک ایستایی‌ای برابر با $\mu_{s1} = 0.8$ و $\mu_{s2} = 0.4$ و ضریب اصطکاک جنبشی‌ای برابر با $\mu_{k1} = 0.6$ و $\mu_{k2} = 0.3$ دارند. وقتی دو جسم را روی سطح شیبدار قرار دادیم، فنر در حالت آزاد، یعنی در حالت کشیده نشده و فشرده نشده، است. ثابت فنر برابر است با $k = 4.0 \times 10^2 \text{N/m}$.



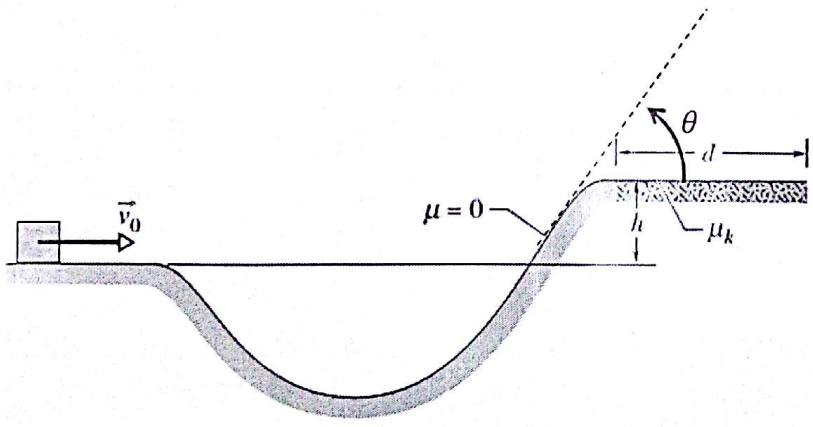
آ) شتاب حرکت هر کدام از جسم‌ها درست وقتی رهایشان می‌کنیم چه‌قدر است؟

ب) جسم m_2 چه‌قدر باید پایین بیاید که جسم m_1 شروع به حرکت کند؟ درست در لحظه‌ای که حرکت جسم m_1 شروع می‌شود، شتاب هر کدام از اجسام چه قدر است؟

پ) در همین لحظه سرعت هر کدام از اجسام چه‌قدر است؟

ت) فرض کنید طوری دو جسم را قرار داده‌ایم که همراه با هم به پایین سر می‌خورند، به این معنی که سرعت نسبی‌شان همواره صفر است. در این حالت فنر نسبت به حالت عادی چه‌قدر باید فشرده شده باشد؟

۶- (۱۰ نمره) بلوکی کوچک از یک سطح افقی به سطح افقی بالاتری به ارتفاع h روی مسیر مشخصی مانند شکل زیر حرکت می کند. تمام طول مسیر بی اصطکاک است جز بخشی به طول d که در شکل نشان داده‌شده است. حرکت بلوک در این بخش از مسیر تحت ضریب اصطکاک جنبشی μ_k انجام می شود تا این که بلوک سرانجام در انتهای آن متوقف شود.



آ) اگر بلوک از مسیر جدا نشود، سرعت اولیه‌ی بلوک (v_0) چه‌قدر باشد تا بلوک دقیقا در انتهای مسیر متوقف شود؟

ب) شرط این که جسم همواره باید روی سطح بماند را کنار می‌گذاریم. مطابق شکل زاویه ی امتداد پایانی مسیر خمیده و سطح افقی بالایی θ است. v_0 چه‌قدر باشد تا جسم بدون اتلاف انرژی مکانیکی به انتهای مسیر مشخص شده برسد.