به‌نام خدا

وقت سه ساعت

۹۲/۸/۱۶

امتحان میانی درس فیزیک یک

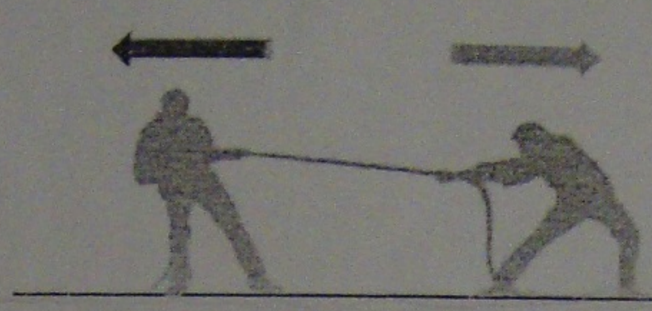
۱- (۱۰ نمره) (در این سوال تمام مقادیر عددی لازم را به شکل معقولی در حد مرتبه‌ی بزرگی تخمین بزنید)یک نیروگاه برق آبی که در کنار یک سد کاملا پرشده از آب قرار دارد را در نظر بگیرید.

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.

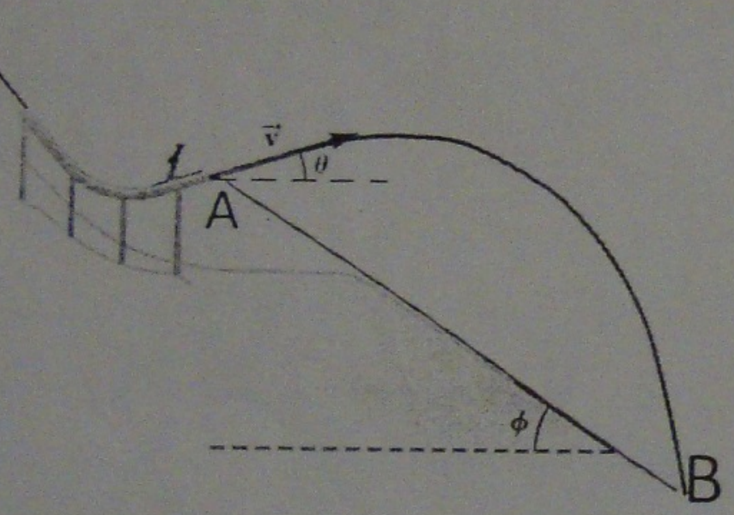
ب) این نیروگاه تقریبا برق چند خانوار شهری را می تواند تامین کند؟ برای این کار، در ابتدا برق مصرفی متوسط هر خانوار در اوج مصرف را تخمین بزنید.

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؟

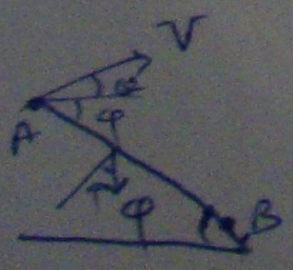
$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{2gh}}$

$x_0 = -$

$x = +\frac{1}{2}g\sin\varphi t^2 + v_0\cos(\varphi+\theta)t$

$y = -\frac{1}{2}g\cos\varphi t^2 + v_0\sin(\theta+\varphi)t$

$y = 0 \quad \boxed{t = \frac{2v_0\sin(\theta+\varphi)}{g\cos\varphi}}$



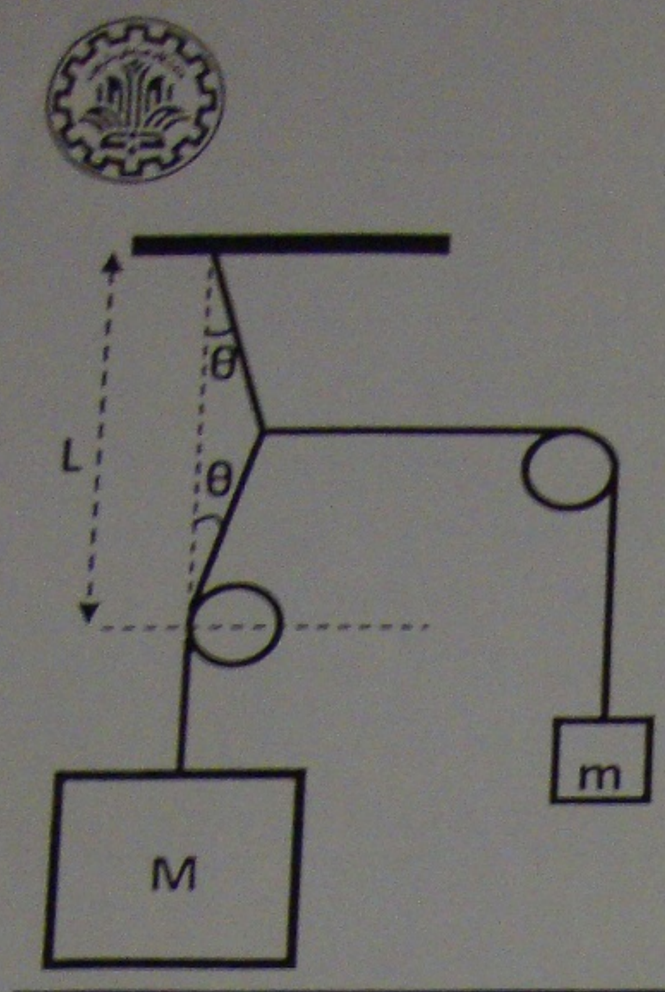
$v_x = v_0\cos(\varphi+\theta) \qquad g_x = g\sin\varphi$

$v_y = v_0\sin(\theta+\varphi) \qquad g_y = g\cos\varphi$

$R = \frac{1}{2}g\sin\varphi\left(\frac{2v_0^2\sin^2(\theta+\varphi)}{g^2\cos^2\varphi}\right) + v_0\cos(\theta+\varphi)\left(\frac{2v_0\sin(\theta+\varphi)}{g\cos\varphi}\right)$

$R = \frac{2v_0^2\sin^2(\theta+\varphi)\sin\varphi}{g\cos^2\varphi} + \frac{v_0^2\sin 2(\theta+\varphi)}{g\cos\varphi}$

۴) (۱۰ 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 می تواند نیروی وزنی معادل با نیروی اعمالی توسط یک شخص ایجاد کند)، از یک جرثقیل مطابق شکل روبرو استفاده می‌کنیم.

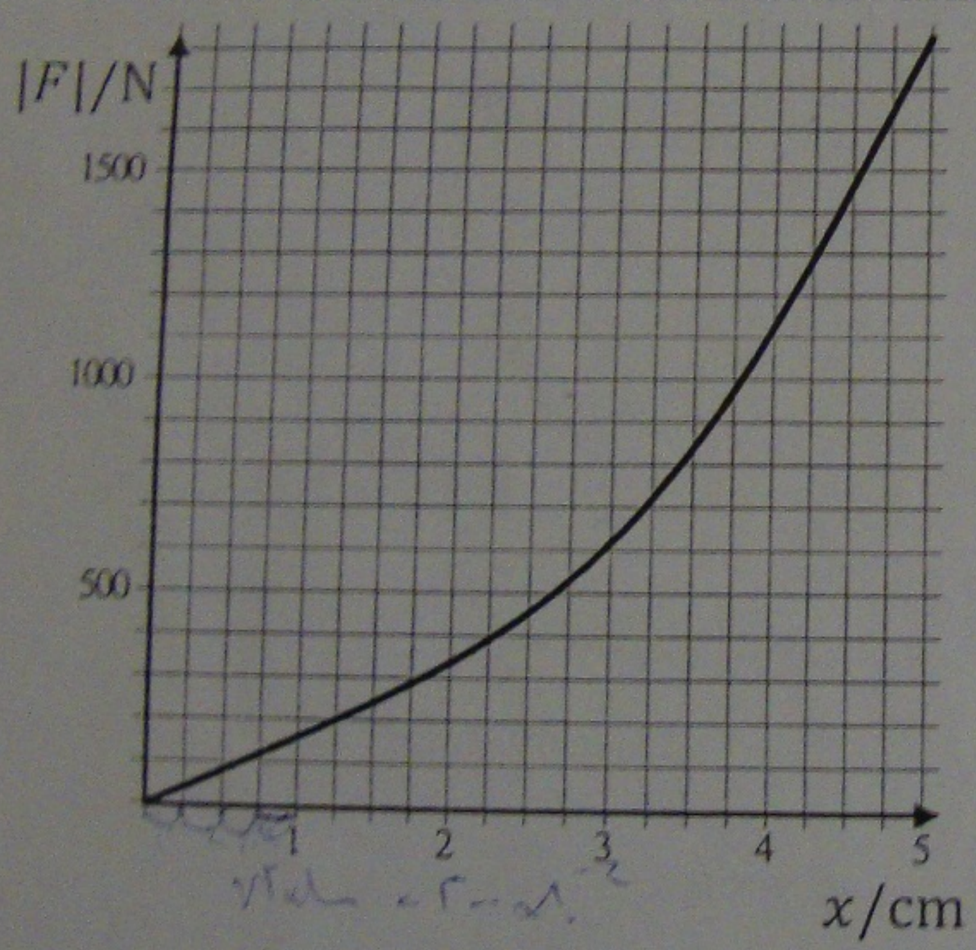


الف) در حالت تعادل، میزان انحراف کابل جرثقیل نسبت به راستای قائم (θ) بر حسب درجه چه قدر است؟

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: $\cos\theta \simeq 1 - \frac{\theta^2}{2}$)

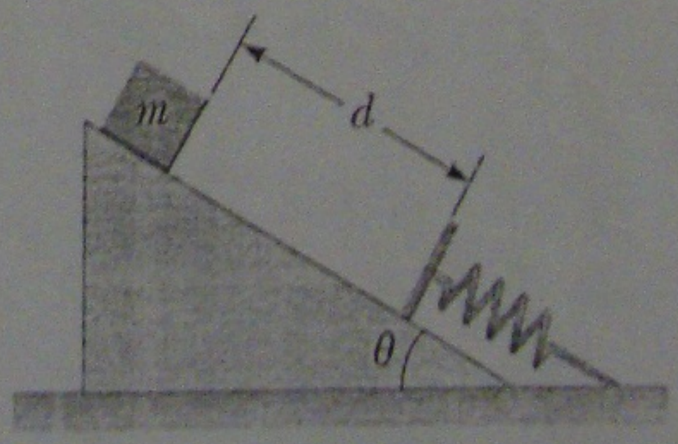
ج) اکنون فرض کنید که این امکان وجود دارد تا بعد از هر بار اتصال و رها کردن جرم m، مکان جسم M را در ارتفاع جدیدش ثابت نگه داشته، جرم m را از سیستم موقتا جدا کرده، کابل مربوط به جسم M را کاملا کشیده تا مجددا $\theta=0$ شده، بار دیگر جرم m را به سیستم متصل کرده و رها کنیم تا مجددا یک انحراف در راستای کابل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

۵- (۱۰ 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 می‌آید.



آ) 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.