

基礎物理学共通試験問題集 (2024 年)

東京電機大学 自然科学系列

2024 年 5 月 21 日

平成 24 年度より、物理の前期学力考查では東京千住キャンパス共通の基礎的な問題を 8 題程度、それぞれの学科毎の個別試験問題に加えて出題することになりました。問題の解答形式は 5 つの解答肢から正解を選択する、いわゆる『5 択問題』です。

基礎レベルの『5 択問題』とはいえ、限られた時間内で正解するためには相応の準備が求められます。そこで、学生諸君が解くべき問題を精選し、その中から出題するという方針を定めました。すなわち、『基礎物理学の学力考查の共通部分 8 問はこの問題集から出題されます』。

学生諸君は、この問題集に真剣に取り組んで実力を養い、学力考查においてその成果をじゅうぶんに発揮してください。

問題文表記上の注意点

- 問題の中の記号 g は重力加速度の大きさを表します（他に定義されている場合にはその定義に従いなさい）。
- 重力加速度の大きさの具体的な数値が必要な場合には、 $9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ としなさい。
- 質量 $m [\text{kg}]$ を力あるいは荷重 $w [\text{N}]$ で表現している箇所があります。その場合には $w = mg$ を意味します。ただし、そのような問題では質量 m それ自身の値をわざわざ算出する必要はないはずです。

1. 一定の力ベクトル $\mathbf{F}$ の作用を受けて質点が直線上を $\Delta \mathbf{r}$ だけ変位したときに、 $\mathbf{F}$ のなした仕事 W は $W = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}$ である。また、力 $\mathbf{F}$ が位置 $\mathbf{r}$ に作用しているときの原点に関する力のモーメント $\mathbf{N}$ は $\mathbf{N} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$ である。 $\mathbf{F} = (-1, 3, 2)$, $\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r} = (1, 2, 3)$ として、 W と $\mathbf{N}$ をそれぞれ求めなさい。

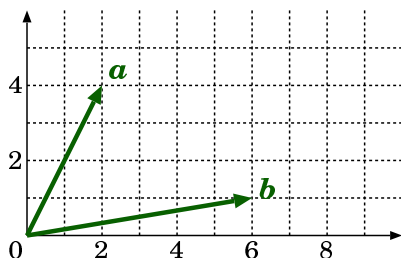
- (a) $W = 1$, $\mathbf{N} = (-1, 6, 6)$
- (b) $W = 6$, $\mathbf{N} = (-5, -5, 5)$
- (c) $W = 6$, $\mathbf{N} = (0, 5, 5)$
- (d) $W = 11$, $\mathbf{N} = (2, 5, 1)$
- (e) $W = 11$, $\mathbf{N} = (-5, -5, 5)$

2. 位置 $\mathbf{r} = (-2, 1, -3)$ に力 $\mathbf{F} = (5, 3, -2)$ が作用しているときの、原点に関する力のモーメント $\boldsymbol{\tau}$ を求めなさい。

- (a) $\boldsymbol{\tau} = (7, -19, -11)$
- (b) $\boldsymbol{\tau} = (11, 11, 1)$
- (c) $\boldsymbol{\tau} = (-10, 3, 6)$
- (d) $\boldsymbol{\tau} = (-11, -11, -1)$
- (e) $\boldsymbol{\tau} = (-7, 19, 11)$

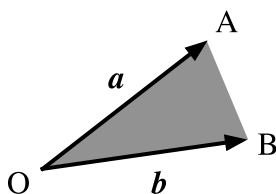
3. 図のベクトル $\mathbf{a}, \mathbf{b}$ の差のベクトルの大きさに最も近い値はどれか。

- (a) 4
- (b) $2\sqrt{5}$
- (c) 5
- (d) 6
- (e) $\sqrt{89}$



4. 図のような三角形 OAB の面積を求めなさい。ただし、頂点 A, B を表す位置ベクトルを $\mathbf{a} = (1, 1, 0)$, $\mathbf{b} = (2, 0, 1)$ とする。

- (a) $\sqrt{5}$
- (b) $\frac{\sqrt{6}}{2}$
- (c) $\sqrt{6}$
- (d) 2
- (e) 1



5. 次の定積分を計算しなさい。

$$\int_0^{\frac{\pi}{6}} \sin^2 \theta \, d\theta$$

- (a) 0
- (b) $\frac{1}{2}$
- (c) $\frac{\pi}{6}$

(d) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

(e) $\frac{\pi}{12} - \frac{\sqrt{3}}{8}$

6. 次の関数の t についての微分を求めなさい。

$$f(t) = e^{-kt} \cos \omega t$$

ただし、 k, ω は定数である。

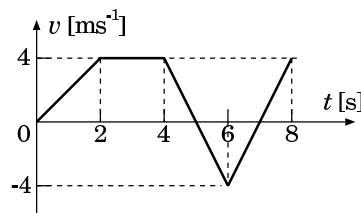
- (a) $-e^{-kt} (k \cos \omega t + \omega \sin \omega t)$
- (b) $-ke^{-kt} \cos \omega t$
- (c) $\omega e^{-kt} \sin \omega t$
- (d) $-\omega e^{-kt} (\cos \omega t + \sin \omega t)$
- (e) $-ke^{-kt} (\cos \omega t - \sin \omega t)$

7. 直線上を動く質量 m の質点の位置が $x(t) = vt + \sin \omega t$ と表される。質点に働く力 $F(t)$ を求めなさい。ただし、 v, ω は定数である。

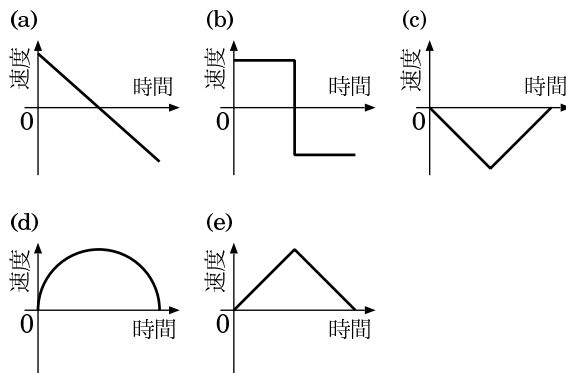
- (a) $F(t) = v - \omega^2 \cos \omega t$
- (b) $F(t) = -m\omega^2 \sin \omega t$
- (c) $F(t) = m\omega^2 \cos \omega t$
- (d) $F(t) = m(v - \omega \cos \omega t)$
- (e) $F(t) = m(v + \omega \cos \omega t)$

8. 次の図は小物体がある点から $t = 0$ で出発して直線上を動くときの速度 v の時間変化である。 $t = 8$ 秒における出発点からの距離はいくらか。

- (a) 4 m
- (b) 7 m
- (c) 10 m
- (d) 12 m
- (e) 16 m

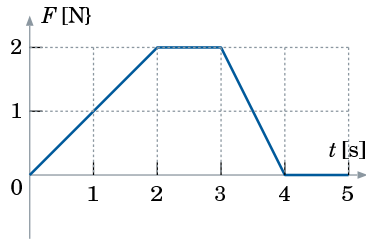


9. 地表から物体が鉛直上方に投げ上げられた。次のグラフのうち、物体が投げ上げられて地表に戻ってくるまでの間の速度と時間の関係を、最も適切に表わしているものはどれか。ただし、空気抵抗はないものとする。



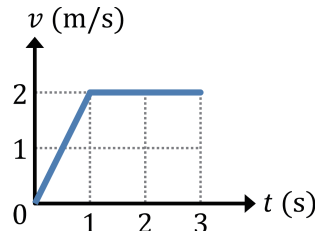
10. 質量 100 g の小球が直線上を静止状態から運動を開始した。小球に作用する力 F は次のグラフのように変化する。時間 $t = 5$ s における速度と $t = 3$ s における位置を求めなさい。

- (a) 25 m s^{-1} , 50 m
 (b) 25 m s^{-1} , 75 m
 (c) 25 m s^{-1} , 125 m
 (d) 50 m s^{-1} , $\frac{130}{3} \text{ m}$
 (e) 50 m s^{-1} , $\frac{250}{3} \text{ m}$



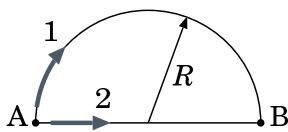
11. x 方向に 1 次元の運動をする物体の速度 v が図に示すように時間 t に対して変化している。物体は $t = 0$ s で $x = 0$ m の位置にいたとして、 $t = 1 \sim 3$ s での物体の位置 x (m) を表す式を求めなさい。

- (a) $x = 2t$
 (b) $x = 2t - 1$
 (c) $x = 2$
 (d) $x = t^2$
 (e) $x = t^2 + 2t$



12. 図のように、半径 R の円の半円の端 A, B 間を質点が 2 つの経路で移動する時間を考える。円周上を等速で移動する場合の時間を T_1 、直線 AB を静止状態から等加速度で移動する場合の時間を T_2 とする。2 つの方法で移動中の力の大きさが等しいとすると、時間の比 T_1/T_2 を求めなさい。

- (a) 2
 (b) 2π
 (c) π
 (d) $\frac{\pi}{2}$
 (e) $\frac{1}{\pi}$



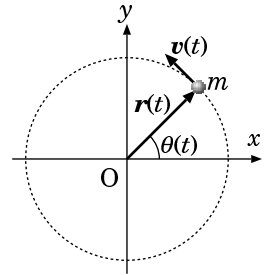
13. 直交座標系において、速度ベクトルが時間の関数として $\mathbf{v}(t) = (3, -4t, 2t)$ のように表されている。加速度ベクトル $\mathbf{a}(t)$ を求めなさい。

- (a) $(0, -4, 2)$
 (b) $(3t, -2t^2, t^2)$
 (c) $(3t, 2t^2, t^2)$
 (d) $(3t, -4, 2)$
 (e) $(1.5, -2t, t)$

14. 図のように、基準点 O を中心とする半径 a の円周に沿って質量 m の質点が速さ aw で等速円運動して

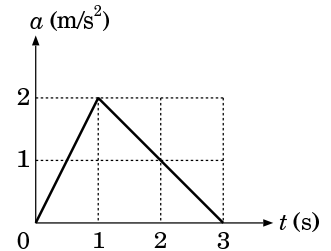
いる。任意の時刻 t での質点の位置ベクトルが $\mathbf{r} = (a \cos(\omega t), a \sin(\omega t), 0)$ と書き表される時、基準点 O に関する角運動量ベクトルを求めなさい。

- (a) $(0, 0, a\omega)$
 (b) $(0, 0, ma^2\omega)$
 (c) $(a \cos(\omega t), a \sin(\omega t), 0)$
 (d) $(a\omega \cos(\omega t), a\omega \sin(\omega t), 0)$
 (e) $(-a\omega \sin(\omega t), a\omega \cos(\omega t), 0)$



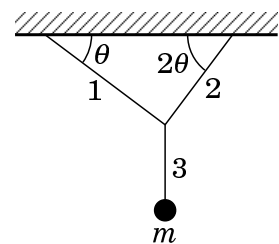
15. 1 次元の運動をする物体の加速度 a (m/s^2) が図に示すように時間 t (s) に対して変化している。物体は $t = 0$ s で静止していたとして、 $t = 1 \sim 3$ s での物体の速度 v (m/s) を表す式を求めなさい。

- (a) $v = -t + 3$
 (b) $v = -\frac{1}{2}t^2 + 3t$
 (c) $v = t^2$
 (d) $v = -\frac{1}{2}t^2 + 3t - \frac{3}{2}$
 (e) $v = -\frac{1}{2}t^2$



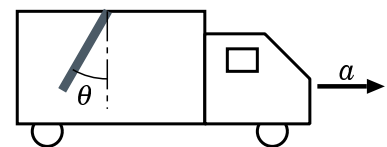
16. 質量 m のおもりを水平な天井から 3 つの紐で吊って釣り合いの状態にしたところ、図のように、上の 2 本の紐の天井からの角度が θ , 2θ となった。紐 1 の張力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $mg \sin 3\theta$
 (b) $mg \cos 2\theta$
 (c) $mg \tan 3\theta$
 (d) $\frac{mg \cos \theta}{\sin 3\theta}$
 (e) $\frac{mg \cos 2\theta}{\sin 3\theta}$



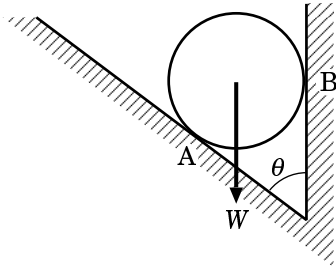
17. 車重 W のトラックが水平面上を直線的に一定加速度 a を保ちながら動いている。この加速度を測定するために、質量 m_1 の細い棒を天井から吊るしたところ、図のように鉛直線から θ 傾いた。 a と θ の関係式として正しいものは次のどれか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\sin \theta = \frac{a}{m_1}$
 (b) $\cos \theta = \frac{a}{m_1}$
 (c) $\tan \theta = \frac{a}{g}$
 (d) $\tan \theta = \frac{g}{a}$
 (e) $\sin \theta = \frac{a}{g}$



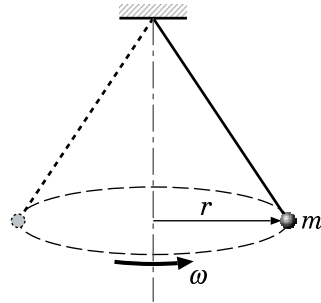
18. 図のように、滑らかな鉛直の壁と滑らかな斜面の間で $W (= mg)$ の重さの円筒が静止している。図の A 点における抗力を求めなさい。

- (a) $\frac{W}{\sin \theta}$
 (b) $\frac{W}{\cos \theta}$
 (c) $W \tan \theta$
 (d) $W \sin \theta$
 (e) $W \cos \theta$



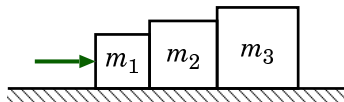
19. 質量 m の質点が長さ L の軽い紐で天井に繋がられている。図のように質点が水平面内で半径 r の円周上を一定角速度 ω で運動するとき、紐の張力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $mr\omega^2$
 (b) $mg + mr\omega^2$
 (c) $mg - mr\omega^2$
 (d) $m(\omega^2 r^2 + g^2)^{\frac{1}{2}}$
 (e) $m(\omega^4 r^2 + g^2)^{\frac{1}{2}}$



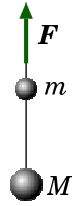
20. 図のように、摩擦のない水平面上で互いに接触している 3 つのブロックがある。それぞれの質量は m_1, m_2, m_3 である。 m_1 に左側から一定の力を加える。このとき、 m_2 が m_3 から受ける抗力の大きさを P_2 、 m_1 が m_2 から受ける抗力の大きさ P_1 とすると比 P_2/P_1 はいくらか。

- (a) $\frac{m_2 + m_3}{m_3}$
 (b) $\frac{m_1 + m_2}{m_3}$
 (c) $\frac{m_3}{m_2 + m_3}$
 (d) $\frac{m_2}{m_2 + m_3}$
 (e) $\frac{m_3}{m_1 + m_2}$



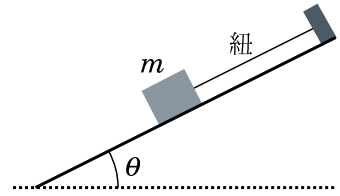
21. 質量 m, M の 2 つの小球を軽い糸でつなぎ、図のように質量 m の小球を一定の力 F で鉛直上方に引いた。 2 つの小球をつなぐ糸の張力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{mF}{m + M}$
 (b) $\frac{MF}{m + M}$
 (c) $\frac{mF}{m - M}$
 (d) $F + Mg$
 (e) $F - Mg$



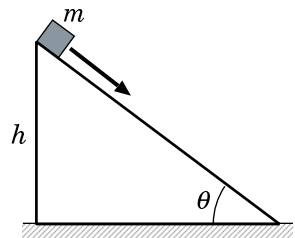
22. 図のように、水平面から θ 傾いた滑らかな斜面に紐で釣られた質量 m の物体が静止している。物体に働く垂直抗力の大きさを求めなさい。ただし、紐は斜面に平行であり、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $mg \sin \theta$
 (b) $mg \cos \theta$
 (c) $mg \tan \theta$
 (d) $\frac{mg}{\cos \theta}$
 (e) $\frac{mg}{\tan \theta}$



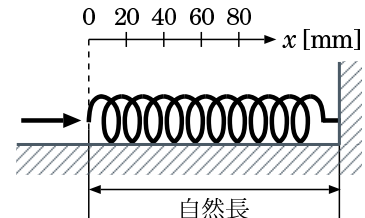
23. 図のように、質量 m の小物体が傾角 θ の斜面を高さ h の地点から一定速度で滑り降りた。小物体と斜面の間の動摩擦係数は μ である。斜面の下端に滑り降りるまでの間に摩擦により失われたエネルギーを求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{mgh}{\mu}$
 (b) mgh
 (c) $\frac{\mu mgh}{\sin \theta}$
 (d) $gh \sin \theta$
 (e) 0



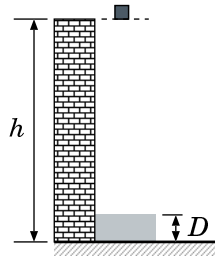
24. 図のように、水平に置かれたばね定数 $2.0 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ のばねを、 $x = 20 \text{ mm}$ から $x = 40 \text{ mm}$ まで縮めるのに必要な仕事を求めなさい。

- (a) 0.40 J
 (b) 0.60 J
 (c) 0.80 J
 (d) 1.2 J
 (e) 1.6 J



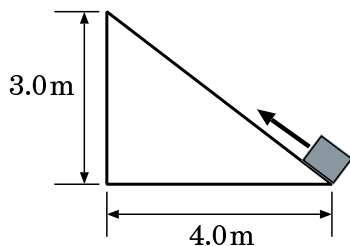
25. 箱を高さ h のビルの屋上から D の厚さの緩衝材の上に落とした。緩衝材が縮んで厚さが d になったとすると、箱が緩衝材で減速されるときに受ける平均加速度はいくらであるか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{h}{d}g$
 (b) $\frac{h}{D-d}g$
 (c) $\frac{h-d}{D-d}g$
 (d) $\frac{h-D}{D}g$
 (e) $\frac{h-D}{d}g$



26. 静止していた荷重 20 N の箱を、図のように滑らかな斜面に沿って重力に抗って上端まで押し上げるのに必要な仕事はいくらか。

- (a) 10 J
 (b) 20 J
 (c) 30 J
 (d) 60 J
 (e) 80 J



27. 重力場は保存力場である。重力場内で物体をある固定の始点から他の点に動かす間にされた仕事について正しいものを選びなさい。

- (a) 終点の位置のみに依る。
 (b) 物体が動いた経路に依る。
 (c) 終点の位置および物体が動いた経路の両方に依る。
 (d) 物体が再び始点に戻された際の全仕事量はゼロではない。
 (e) 速度の関数である。

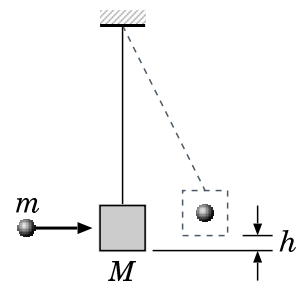
28. 質量 m の人が静止している質量 M のボートから左側、水平方向に飛び出した。飛び出した直後、ボートは右側に速度 v で動き出した。飛び出す過程で人がなした仕事を求めなさい。

- (a) $\frac{1}{2}Mv^2$
 (b) $\frac{1}{2}mv^2$
 (c) $\frac{1}{2}(M+m)v^2$
 (d) $\frac{1}{2}\left(M + \frac{M^2}{m}\right)v^2$
 (e) $\frac{1}{2}\left(\frac{Mm}{M+m}\right)v^2$



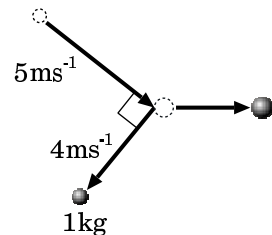
29. 図のように、質量 m の弾を質量 M の静止していた振り子のおもりへ打ち込んだ。弾はおもりの中に留まり、衝突後両者は最初の位置から h の高さまで振り上がった。打ち込まれる直前の弾の速さを求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{M+m}{M}\sqrt{2gh}$
 (b) $\frac{M+m}{m}\sqrt{2gh}$
 (c) $\frac{M}{m}\sqrt{2gh}$
 (d) $\frac{m}{M}\sqrt{2gh}$
 (e) $\frac{M+m}{2m}\sqrt{gh}$



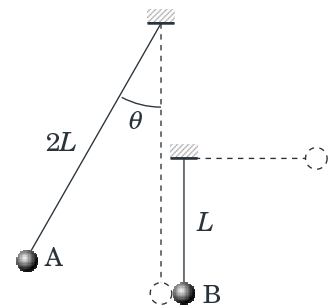
30. 質量 1 kg の球 A が、速度 $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ で、静止していた他の球 B に斜めに衝突した。図のように、球 A は衝突前の進行方向と直角に速度 $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ で跳ね返った。衝突後の球 B の運動量の大きさはおよそいくらか。

- (a) $1.6 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 (b) $2.5 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 (c) $4.1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 (d) $6.4 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 (e) $7.0 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$



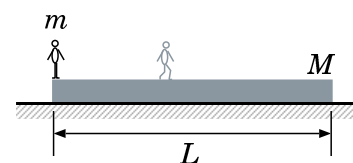
31. 図のように、同じ質量を有する 2 つの球 A, B がそれぞれ長さ $2L$ と L の紐で吊り下げられている。球 A を持ち上げて静かにはなして球 B に衝突させたところ、B の紐は水平になるまで振り上がった。A を静かにはなしたときの紐の角度 θ を求めなさい。ただし、2 つの球の跳ね返り係数は 0.5 とする。

- (a) $\cos \theta = \frac{1}{2}$
 (b) $\cos \theta = \frac{1}{3}$
 (c) $\cos \theta = \frac{1}{9}$
 (d) $\sin \theta = \frac{2}{3}$
 (e) $\sin \theta = \frac{1}{4}$



32. 図のように、滑らかな水平面上に長さ L 、質量 M の一様な長方形の台があり、その左端に体重 m の人が立っている。人が右端に歩く間に台はいくら移動するか。

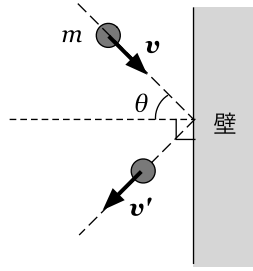
- (a) 右に $\frac{ML}{M+m}$
 (b) 左に $\frac{ML}{M+m}$
 (c) 左に $\frac{mL}{M+m}$
 (d) 右に $\frac{mL}{M-m}$
 (e) 左に $\frac{mL}{M-m}$



33. 一定の速さ v で運動している質量 m の質点が、図のように壁へ斜めに衝突して跳ね返った。衝突前後で質点の速

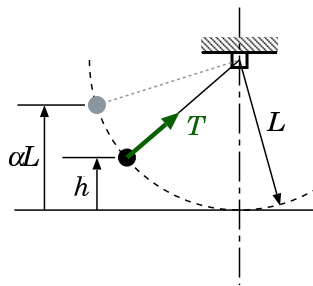
さが同じである時、この衝突で壁が受けた力積の大きさはいくらか。

- (a) $mv \cos \theta$
- (b) $2mv \cos \theta$
- (c) $mv \sin \theta$
- (d) $2mv \sin \theta$
- (e) $mv \tan \theta$

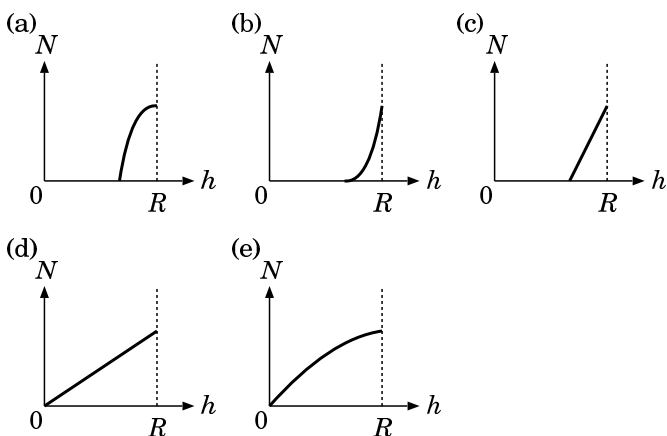
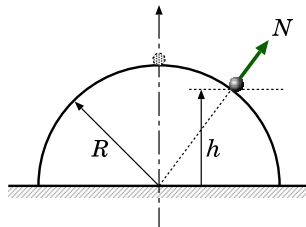


34. 図のように、長さ L の単振り子を最下点 P から測って高さ αL ($0 < \alpha \leq 1$) の地点から静かに振らせ始めた。高さ h の位置における紐の張力 T を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $mg\left(\frac{1}{\alpha} - \frac{2h}{L}\right)$
- (b) $mg\left(\alpha - \frac{h}{L}\right)$
- (c) $mg\left(2\alpha - \frac{3h}{L}\right)$
- (d) $mg\left(3 + \alpha - \frac{2h}{L}\right)$
- (e) $mg\left(1 + 2\alpha - \frac{3h}{L}\right)$



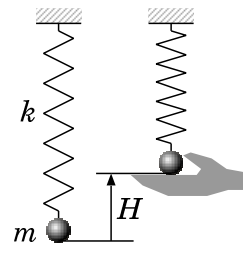
35. 図のように、水平な床に置かれた半径 R の滑らかな半円筒状の台の頂点から、おもりが静かに滑り出した。おもりが台から受ける垂直抗力の大きさ N とおもりの床からの高さ h との関係をもっと適切に表現しているものはどれか。



36. 質量 m のおもりをばね定数 k のばねに付けて垂直に保持したところ、おもりはつりあいの位置に静止した。続いて、おもりをつりあいの位置から高さ H の位置までに手で

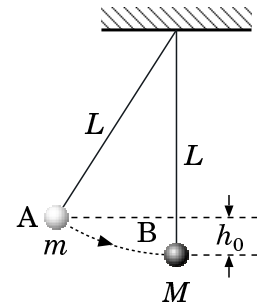
持ち上げて静止させた。手がした仕事の大きさを求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{1}{2}kH^2$
- (b) mgH
- (c) $mgH + \frac{1}{2}kH^2$
- (d) $mgH - \frac{1}{2}kH^2$
- (e) $\frac{1}{2}kH^2 - mgH$



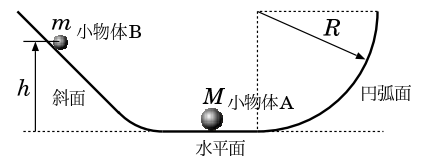
37. 質量がそれぞれ m , M である 2 つの小球 A, B が、天井から同じ長さ L の紐で吊り下げられている。紐を引っ張って、A が図のように高さ h_0 だけ引き上げられ、静かに放された。すると、A は B と弾性衝突し B はある高さ h まで振り上がった。この高さ h を求めなさい。

- (a) $\frac{m}{M}h_0$
- (b) $\frac{M}{M+m}h_0$
- (c) $\frac{m}{M+m}h_0$
- (d) $\left(\frac{M}{M+m}\right)^2 h_0$
- (e) $\left(\frac{2m}{M+m}\right)^2 h_0$



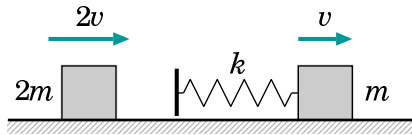
38. 図のように、平らな斜面と水平面と半径 R の円弧面が滑らかにつながっており、水平面上には質量 M の小物体 A が置いてある。斜面上水平面から高さ h の位置より、質量 m の小物体 B を静かにはなしたところ B は斜面を滑り降り、水平面上で A と弾性衝突した。その後 A は水平面上及び円弧面上を滑り円弧面上の最高点で一旦静止した。この最高点の高さを求めなさい。なお、面は全て滑らかである。

- (a) $\left(\frac{m-M}{m+M}\right)^2 h$
- (b) $\left(\frac{2m}{m+M}\right)^2 h$
- (c) $\left(\frac{m}{m+M}\right)^2 h$
- (d) $\left(\frac{2m}{m+M}\right)^2 R$
- (e) $\left(\frac{m}{m+M}\right)^2 R$



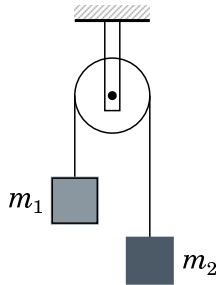
39. なめらかな水平面上で速度 $2v$ で運動している質量 $2m$ の物体が、速度 v で同じ向きに運動しているばね定数 k のばねと板が取り付けられた質量 m の物体と衝突した。ばねが最も縮んだとき、ばねは自然長からいくら縮むか求めなさい。ばねと板の質量は無視できるとする。

- (a) $\sqrt{\frac{m}{k}}v$
 (b) $\sqrt{\frac{2m}{k}}v$
 (c) $\sqrt{\frac{m}{3k}}v$
 (d) $3\sqrt{\frac{m}{k}}v$
 (e) $\sqrt{\frac{2m}{3k}}v$



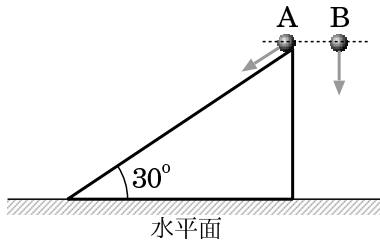
40. 糸でつながれた2つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている。 $m_1 < m_2$ として、おもりの加速度の大きさを求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}g$
 (b) $\frac{m_1 + m_2}{m_2 - m_1}g$
 (c) $\frac{m_1}{m_2 - m_1}g$
 (d) $\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}g$
 (e) $\frac{m_2}{m_1}g$



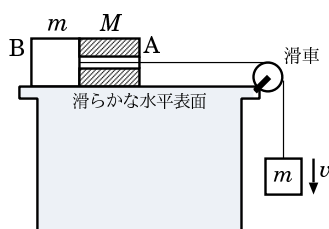
41. 図のように、2つの質点 A と B を同じ高さに運んで静かに手を離したところ、A は傾斜角 30° で滑らかな斜面に沿って、B は鉛直下方に落下した。手を離してから A が水平面に到達するまでにかかる時間は、B が水平面に到達するまでにかかる時間の何倍か。

- (a) $\sqrt{5}$ 倍
 (b) $\sqrt{6}$ 倍
 (c) 1 倍
 (d) 2 倍
 (e) $\sqrt{3}$ 倍



42. 図のように、滑らかな水平表面を持つ台の上に質量 M の、水平に穴のあいたおもり A があり、紐のついた質量 m のおもり B が A と接している。紐の他端には水平台の端にある滑車を通じて質量 m のおもりが吊り下げられている。おもり A を保持して系全体を静止させ、静かにはなした。おもり A と B の間に働く抗力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{m^2g}{2m + M}$
 (b) $\frac{Mmg}{2m + M}$
 (c) $\frac{m^2g}{2m - M}$
 (d) $(2m + M)g$
 (e) $(2m - M)g$

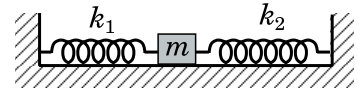


43. 打ち上げられた花火は、頂点に達して速度ゼロのとき爆発すると、真円になって綺麗である。いま、初速度 300 km/h で花火を打ち上げる発射機を使って、重さ 8.5 kg の 10 号玉の花火を上記の如く綺麗に打ち上げようとしている。導火線に火を点けてから花火を発射するまで 5.0 秒かかるとして、何秒後に爆発するように導火線を設定すればよいか答えなさい。

- (a) 6.5 秒後
 (b) 10.0 秒後
 (c) 13.5 秒後
 (d) 17.0 秒後
 (e) 20.5 秒後

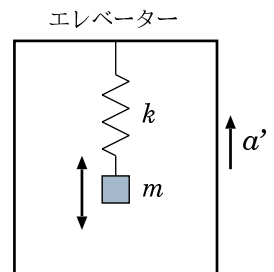
44. 質量 m のおもりが、ばね定数 k_1, k_2 の2つのばねに挟まれ、図のように壁の間の滑らかな水平面上に置かれている。おもりがばねの軸方向に単振動するとして、その振動数 f を求めなさい。

- (a) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 - k_2}{m}}$
 (b) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$
 (c) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$
 (d) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$
 (e) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$



45. 図のように一定の加速度 a' で鉛直に上昇しているエレベーターを考える。エレベーターの天井からばね定数 k の軽いばねを吊し、下端に質量 m のおもりを吊り下げて鉛直方向に単振動をさせた。単振動の周期 T を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
 (b) $2\pi \sqrt{\frac{m(a' + g)}{kg}}$
 (c) $2\pi \sqrt{\frac{mg}{k(a' + g)}}$
 (d) $2\pi \sqrt{\frac{m(g - a')}{kg}}$
 (e) $2\pi \sqrt{\frac{mg}{k(g - a')}}$

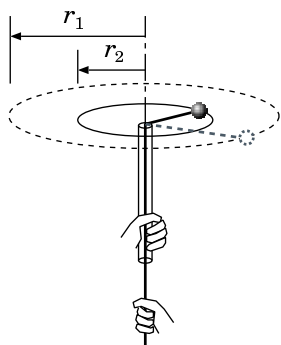


46. 地球の自転による影響で、重力加速度の見かけの値は緯度に依存した値として観測される。地球の半径を約 6400 km とすると、南北極点と赤道上的の見かけの重力加速度の差はおおよそいくらか見積もられるか。

- (a) $8.6 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 (b) $8.4 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 (c) $0.034 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 (d) $0.31 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 (e) $0.98 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

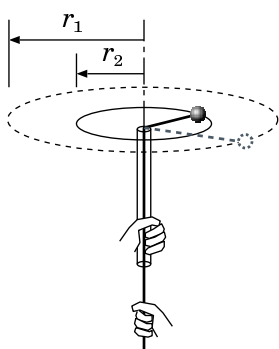
47. 質量 m のおもりを紐に付け、紐を管に通す。図のように、一方の手で管を支えて、もう一方の手で紐の端をつかみ、おもりを半径 r_1 、速度 v_1 の回転状態にしておき、続いて紐を引いて半径 r_2 の回転状態にした。この回転の角速度 ω_2 と初めの回転の角速度 ω_1 との比 ω_2/ω_1 を求めなさい。なお、重力は無視する。

- (a) $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_1}{r_2}$
 (b) $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$
 (c) $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_2}{r_1}$
 (d) $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$
 (e) $\frac{\omega_2}{\omega_1} = 1$



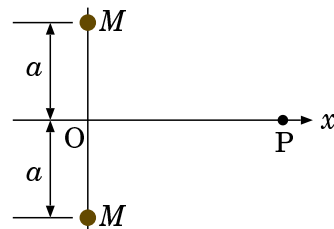
48. 質量 m のおもりを紐に付け、紐を管に通す。図のように、一方の手で管を支えて、もう一方の手で紐の端をつかみ、おもりを半径 r_1 、速度 v_1 の回転状態にしておき、続いて紐を引いて半径 r_2 の回転状態にした。この回転の運動エネルギー K_2 と初めの回転の運動エネルギー K_1 との比 K_2/K_1 を求めなさい。なお、重力は無視する。

- (a) $\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$
 (b) $\frac{K_2}{K_1} = \frac{r_1}{r_2}$
 (c) $\frac{K_2}{K_1} = 1$
 (d) $\frac{K_2}{K_1} = \frac{r_2}{r_1}$
 (e) $\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$



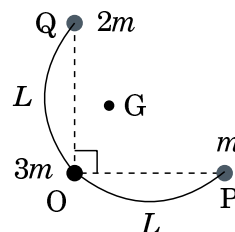
49. 図のように質量が等しく M であり、距離 $2a$ 離れた2つの質点を結ぶ線分の垂直二等分線上の点 $P(x, 0)$ における重力場（質点を置いたときに作用する加速度）の大きさを求めなさい。万有引力定数を G とする。

- (a) $\frac{2GMx^2}{(x^2 + a^2)^2}$
 (b) $\frac{2GM}{(x^2 + a^2)^2}$
 (c) $\frac{GM}{2(x^2 + a^2)}$
 (d) $\frac{GMx}{2(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$
 (e) $\frac{2GMx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$



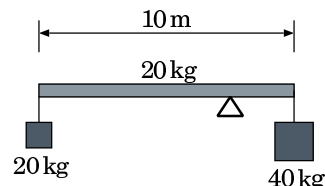
50. 図のように、質量 $3m$ の質点が点 O にあり、そこから距離 L 離れた位置 P, Q にそれぞれ質量 $m, 2m$ の質点がある。線分 OP, OQ のなす角度は直角である。この3つの質点の質量中心 G と O との距離を求めなさい。

- (a) $\frac{1}{6}L$
 (b) $\frac{\sqrt{2}}{6}L$
 (c) $\frac{\sqrt{3}}{6}L$
 (d) $\frac{\sqrt{5}}{6}L$
 (e) $\frac{1}{2}L$



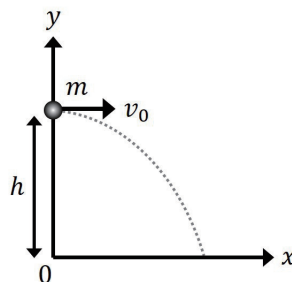
51. 長さ 10 m 、質量 20 kg の一様な棒の両端にそれぞれ 20 kg 、 40 kg のおもりを付け、図のように支点に乗せて釣り合わせた。棒の質量中心と支点との距離を求めなさい。

- (a) 0 m
 (b) 1 m
 (c) 1.25 m
 (d) 1.5 m
 (e) 2 m



52. $-y$ の向きに大きさ g の重力加速度が加わる図のような xy 平面の点 $(x, y) = (0, h)$ から $+x$ の向きに速さ v_0 で質量 m の質点が投げ出された。 $y = 0$ の位置に到達した瞬間に質点が点 $(x, y) = (0, 0)$ のまわりに持つ角運動量の大きさはいくらか。

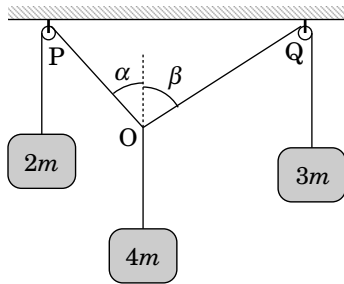
- (a) mv_0
 (b) mv_0h
 (c) mgh
 (d) $2mv_0h$
 (e) $\sqrt{2}mv_0h$



53. 図のように、2つの滑車が天井に固定されている。この滑車に軽い糸をかけて、左側に質量 $2m$ の物体、右側に質量

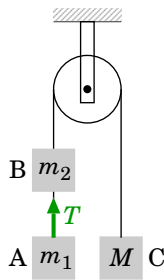
3m の物体、真ん中に質量 4m の物体を吊ると、糸 OP と糸 OQ が鉛直線からそれぞれ角度 α と角度 β をなしてつり合い、糸はたるまない状態で 3 つの物体は静止した。このとき、 $\cos \alpha$ はいくらか。

- (a) $\frac{11}{16}$
 (b) $\frac{7}{24}$
 (c) $\frac{11}{32}$
 (d) $\frac{7}{48}$
 (e) $\frac{11}{28}$



54. 図のように、質量 m_1 のおもり A、質量 m_2 のおもり B、質量 $M(> m_1 + m_2)$ のおもり C を糸で継いで軽い滑車に掛けて静かにはなしたところ、糸が張った状態で 3 つのおもりは動いた。A と B の間の糸に働く張力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{m_2 M g}{m_1 + m_2 + M}$
 (b) $\frac{2 m_1 M g}{m_1 + m_2 + M}$
 (c) $\frac{2 m_2 M g}{m_1 + m_2 + M}$
 (d) $\frac{m_1 m_2 g}{m_1 + m_2 + M}$
 (e) $\frac{(m_1 + m_2) g M}{m_1 + m_2 + M}$



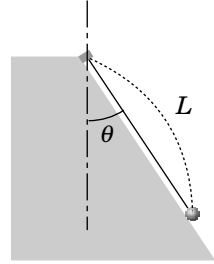
55. 図のように、滑らかな水平面上において質量 m_1 の小物体 A が、静止している質量 m_2 の小物体 B に弾性衝突した。衝突前の A の速度が v_1 であるとき衝突後の小物体 A の速度を求めなさい。なお、運動は 1 つの直線上で進行した。

- (a) $\frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1$
 (b) $\frac{m_2}{m_1 + m_2} v_1$
 (c) $\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$
 (d) $\frac{m_2}{m_1} v_1$
 (e) $\frac{m_1 - m_2}{m_2} v_1$



56. 図のように、鉛直線と角度 θ をなす滑らかな斜面上に、長さ L の単振り子を置き、斜面上（すなわち紙面に垂直な面内）で微小振動させた。振動の周期を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $2\pi \sqrt{\frac{L}{g \cos \theta}}$
 (b) $2\pi \sqrt{\frac{L}{g \sin \theta}}$
 (c) $2\pi \sqrt{\frac{L}{g \tan \theta}}$
 (d) $2\pi \sqrt{\frac{L \tan \theta}{g}}$
 (e) $2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$



57. 図のように、滑らかな水平面内で質量 m の小球 A が静止していた質量 M の小球 B に弾性衝突し、A は運動の向きが 90 度変化した。A の衝突前の速さを v として、B の衝突後の速さを求めなさい。

- (a) $\frac{mv}{\sqrt{(m+M)M}}$
 (b) $\frac{mv}{\sqrt{(2m+M)M}}$
 (c) $\frac{\sqrt{2}mv}{\sqrt{(m+M)M}}$
 (d) $\frac{2mv}{\sqrt{(2m+M)M}}$
 (e) $\frac{mv}{\sqrt{2(m+M)M}}$

