

# 基礎物理学共通試験問題集 (2018 年)

東京電機大学 自然科学系列

2018 年 5 月 14 日

平成 24 年度より、物理の前期学力考査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、マークシートを解答用紙として用います。

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査の共通部分 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、学力考査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  $m$  [kg] を力あるいは荷重  $w$  [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. ベクトル  $\mathbf{a} = (1, 2, 3)$ ,  $\mathbf{b} = (-1, 3, 2)$  の内積  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$  および外積  $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$  を求めなさい。

- (a)  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 0$ ,  $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = (-1, 6, 6)$
- (b)  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 11$ ,  $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = (-5, -5, 5)$
- (c)  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 8$ ,  $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = (0, -1, 1)$
- (d)  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 5$ ,  $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = (2, 5, 1)$
- (e)  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 1$ ,  $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = (2, -1, 5)$

2. 一定の力ベクトル  $\mathbf{F} = (-1, 3, 2)$  の作用を受けて質点が直線上を  $\mathbf{r} = (1, 2, 3)$  だけ変位したときに,  $\mathbf{F}$  のなした仕事  $W$  は  $W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{r}$  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.  $W$  と  $\mathbf{N}$  をそれぞれ求めなさい。

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

3. 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)  $\boldsymbol{\tau} = (-7, 19, 11)$

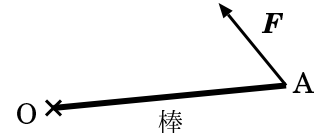
4. 位置ベクトル  $\mathbf{a} = (3, 5, 4)$ ,  $\mathbf{b} = (-2, 1, 1)$  の差のベクトル  $\mathbf{c} = \mathbf{a} - \mathbf{b}$  およびベクトル  $\mathbf{c}$  と同じ向きの単位ベクトル  $\hat{\mathbf{c}}$  を求めなさい。

- (a)  $\mathbf{c} = (5, 4, 3)$ ,  $\hat{\mathbf{c}} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{4}{5\sqrt{2}}, \frac{3}{5\sqrt{2}}\right)$
- (b)  $\mathbf{c} = (3, 4, 5)$ ,  $\hat{\mathbf{c}} = \left(\frac{3}{5\sqrt{2}}, \frac{4}{5\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$
- (c)  $\mathbf{c} = (2, 6, 5)$ ,  $\hat{\mathbf{c}} = \left(\frac{2}{\sqrt{65}}, \frac{6}{\sqrt{65}}, \frac{5}{\sqrt{65}}\right)$
- (d)  $\mathbf{c} = (2, 6, 5)$ ,  $\hat{\mathbf{c}} = \left(\frac{1}{8}, \frac{3}{4}, \frac{5}{8}\right)$
- (e)  $\mathbf{c} = (1, 4, 3)$ ,  $\hat{\mathbf{c}} = \left(\frac{1}{5}, \frac{4}{5}, \frac{3}{5}\right)$

5. 図のように, 一端を基準点  $O$  に固定した棒の他端  $A$  に, 力  $\mathbf{F} = (1, 2, 3)$  を作用させる. 点  $A$  の位置ベクトルが  $\mathbf{a} = (1, 1, 0)$  である時, 点  $O$  に関する力のモーメントはい

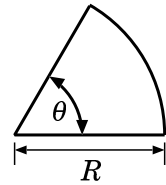
くらか.

- (a)  $(3, -3, 1)$
- (b)  $(3, 0, 2)$
- (c)  $(0, -3, -1)$
- (d)  $(1, 2, 3)$
- (e)  $(1, 1, 0)$



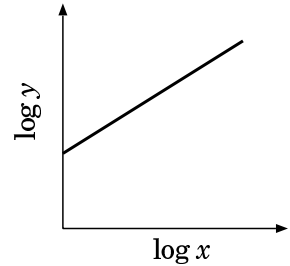
6. 半径  $R$ , 中心角  $\theta$  ラジアン の扇形の面積を求めなさい。

- (a)  $\theta R^2$
- (b)  $\frac{1}{2}\theta R^2$
- (c)  $\theta R$
- (d)  $\theta^2 R$
- (e)  $\frac{1}{2}\theta R$



7. 下のグラフで表現される関係式として最も適切なものは次のどれか. ただし,  $a, b$  は定数である。

- (a)  $x + y = a^b$
- (b)  $x - y = e^2$
- (c)  $ax^2 + by^2 = 0$
- (d)  $x + y = ab$
- (e)  $y = ax^b$



8. 次の定積分を計算しなさい。

$$\int_0^1 x e^x dx$$

- (a) 0
- (b)  $\frac{1}{2}$
- (c)  $\frac{1}{3}$
- (d)  $\frac{3}{2}$
- (e) 2

9. つぎの物理量のうちスカラー量だけの組み合わせはどれか。

- (a) 仕事率と力
- (b) 仕事と変位
- (c) 時間とエネルギー
- (d) 距離と速度
- (e) 質量と質量中心

10. 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,  $k, \omega$  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)  $-ke^{-kt}(\cos \omega t - \sin \omega t)$

11. 直線上を動く質点  $m$  の位置が  $x(t) = 5t + \sin \pi t$  と表される。質点に働く力  $F(t)$  を求めなさい。

- (a)  $F(t) = 5 - \pi^2 \sin \pi t$
- (b)  $F(t) = -\pi^2 m \sin \pi t$
- (c)  $F(t) = \pi^2 m \sin \pi t$
- (d)  $F(t) = m(5t - \sin \pi t)$
- (e)  $F(t) = m(5 + \pi \cos \pi t)$

12. 直線上を動く質点  $m$  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、 $v, \omega$  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)  $F(t) = m(v + \omega \cos \omega t)$

13. 直線上を動く質量  $2 \text{ kg}$  の質点に力  $F(t) = 6e^{-3t} \text{ [N]}$  が働いている。  $t = 0 \text{ s}$  の時の質点の速さが  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  であるとき、質点の速さ  $v(t) \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$  を求めなさい。

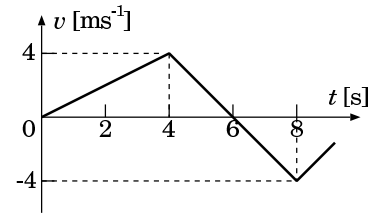
- (a)  $v(t) = 14 - 12e^{-3t}$
- (b)  $v(t) = e^{-3t} - 1$
- (c)  $v(t) = 3 - e^{-3t}$
- (d)  $v(t) = -e^{-3t}$
- (e)  $v(t) = 6 + 12e^{-3t}$

14. 一定速度  $6 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  で動いていた質点が、あるときから速度方向に一定の加速度  $1.2 \times 10^{14} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  で減速した。減速を始めてから静止するまでに動いた距離を求めなさい。

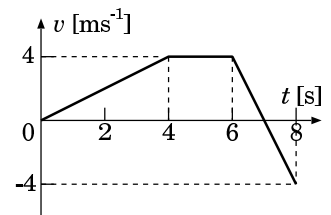
- (a)  $5 \times 10^{-6} \text{ cm}$
- (b)  $3.0 \times 10^{-1} \text{ cm}$
- (c)  $2 \text{ cm}$
- (d)  $15 \text{ cm}$
- (e)  $1.5 \times 10^{-1} \text{ cm}$

15. グラフは、粒子が直線上を動くときの速さ  $v$  の時間変化である。粒子の  $t = 4 \text{ 秒}$  での位置と  $t = 8 \text{ 秒}$  での位置との隔たりはいくらか。

- (a)  $0 \text{ m}$
- (b)  $4 \text{ m}$
- (c)  $8 \text{ m}$
- (d)  $12 \text{ m}$
- (e)  $16 \text{ m}$



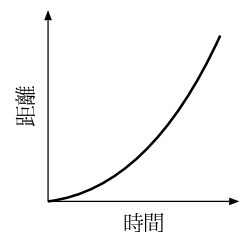
16. 次の図は小物体がある点から出発して水平な直線上を動くときの速度  $v$  の時間変化である。加速度の時間変化を表す最も適切な図はどれか。



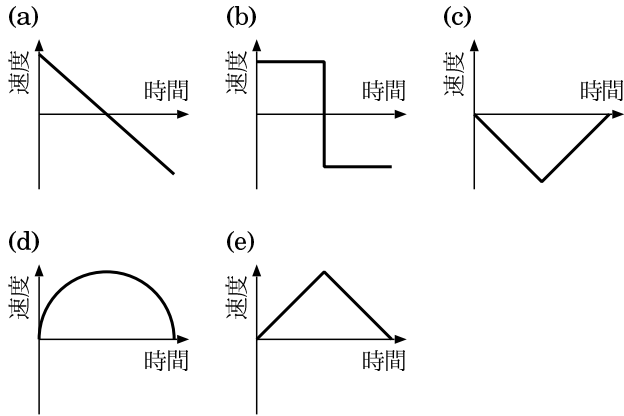
- (a)
- (b)
- (c)
- (d)
- (e)

17. 次のグラフは直線上を動いている物体の時間と距離の関係を示したものである。次のうち、物体の運動について正しい記述はどれか。

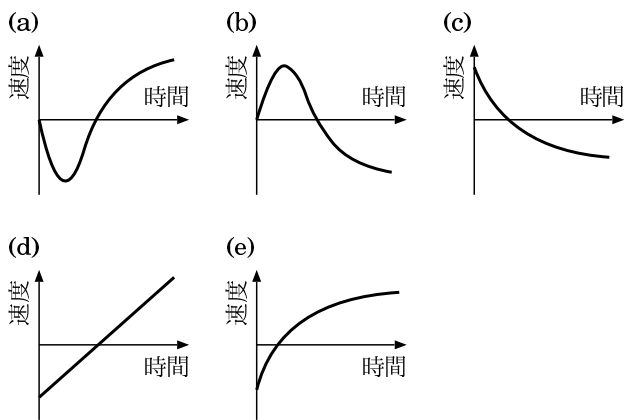
- (a) 静止している。
- (b) 減速している。
- (c) 一定速度で動いている。
- (d) 加速している。
- (e) 一定割合で減速している。



18. 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。

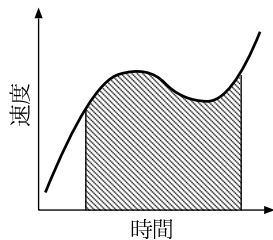


19. 直線運動をしている物体の加速度が  $a(t) = e^{-kt}$  ( $k > 0$ ) であるという. 次のグラフのうち, 時間と速度の関係を最も適切に表現しているものはどれか.

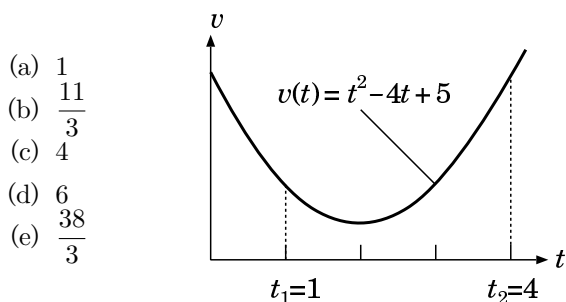


20. 図に示すような, 時間と速度曲線の囲む面積はどのような物理量を表すか.

- (a) 運動エネルギー
- (b) 加速度
- (c) 変位
- (d) 運動量
- (e) 速度



21. 下のグラフは, 質点が直線上を運動しているときの時間  $t$  と速度  $v(t)$  の関係である. 時間  $t_1$  における位置と時間  $t_2$  における位置の隔たりを求めなさい.

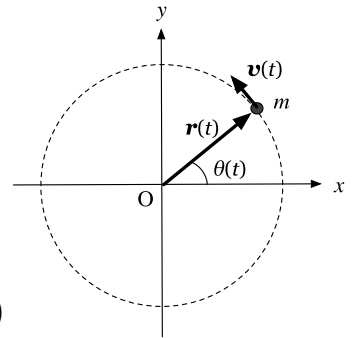


- (a) 1
- (b)  $\frac{11}{3}$
- (c) 4
- (d) 6
- (e)  $\frac{38}{3}$

22. 直角直交座標系において, 速度ベクトルが時間の関数として  $v(t) = (3, -4t, 2t)$  のように表されている. 加速度ベクトル  $a(t)$  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)  $(1.5, -2t, t)$

23. 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  $r = (a \cos(\omega t), a \sin(\omega t), 0)$  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)  $(0, 0, aw)$
- (b)  $(0, 0, ma^2\omega)$
- (c)  $(a \cos(\omega t), a \sin(\omega t), 0)$
- (d)  $(aw \cos(\omega t), aw \sin(\omega t), 0)$
- (e)  $(-aw \sin(\omega t), aw \cos(\omega t), 0)$

24. 質点が半径  $a$  の円の円周に沿って一定の速さ  $v$  で運動している. この運動の周期はいくらか.

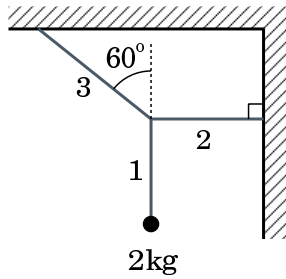
- (a)  $\frac{2\pi a}{v}$
- (b)  $\frac{2\pi a}{\pi a^2}$
- (c)  $\frac{v}{\pi a^2}$
- (d)  $\frac{v}{\pi a^2}$
- (e)  $v$

25.  $x$  軸上を速さ  $v(t) = \frac{g}{2}(1 - e^{-2t})$  で運動している質点がある. この質点の加速度の大きさを求めなさい.

- (a)  $g$
- (b)  $\frac{g}{2}$
- (c)  $g(1 - t)$
- (d)  $\frac{g}{2}e^{-2t}$
- (e)  $ge^{-2t}$

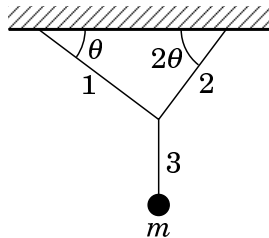
26. 図のようにおもりを3つの紐で吊って釣り合いの状態にした。紐2の張力を求めなさい。

- (a) 19.6 N
- (b) 39.2 N
- (c) 0 N
- (d) 17.0 N
- (e) 33.9 N



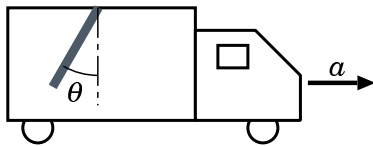
27. 質量  $m$  のおもりを水平な天井から3つの紐で吊って釣り合いの状態にしたところ、図のように、上の2本の紐の天井からの角度が  $\theta$ ,  $2\theta$  となった。紐1の張力を求めなさい。

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



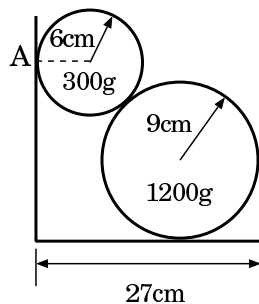
28. 車重  $W$  のトラックが水平面上を直線的に一定加速度  $a$  を保ちながら動いている。この加速度を測定するために、質量  $m_1$  の細い棒を天井から吊るしたところ、図のように鉛直線から  $\theta$  傾いた。  $a$  と  $\theta$  の関係式として正しいものは次のどれか。

- (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)  $\sin \theta = \frac{a}{g}$



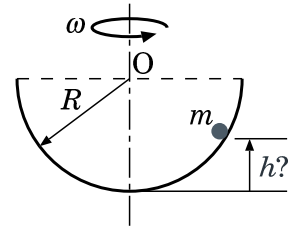
29. 図のように、2つの鉄球が直径27cmの円筒容器内で静止している。鉄球の半径はそれぞれ6cmと9cm、重さはそれぞれ300gと1200gである。表面は全て滑らかであるとして、A点における垂直抗力を求めなさい。

- (a) 0 N
- (b) 0.98 N
- (c) 1.47 N
- (d) 1.96 N
- (e) 3.92 N



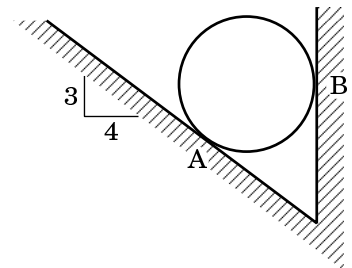
30. 図のように、半径  $R$  の滑らかな半球面状の容器が、一定角速度  $\omega$  で回転している。質量  $m$  の小物体  $P$  が、容器の底からある一定の高さを保って容器とともに回転しているとき、この高さを求めなさい。

- (a)  $R - \frac{2g}{\omega^2}$
- (b)  $R - \frac{g}{\omega^2}$
- (c)  $2R - \frac{3g}{\omega^2}$
- (d)  $\frac{g}{\omega^2}$
- (e)  $\frac{2}{3}R$



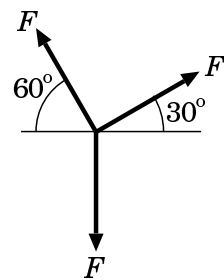
31. 図のように、鉛直な壁と傾斜3/4の滑らかな壁の間で荷重120Nの円筒が静止している。図のA点における抗力を求めなさい。

- (a) 96 N
- (b) 139 N
- (c) 150 N
- (d) 180 N
- (e) 200 N



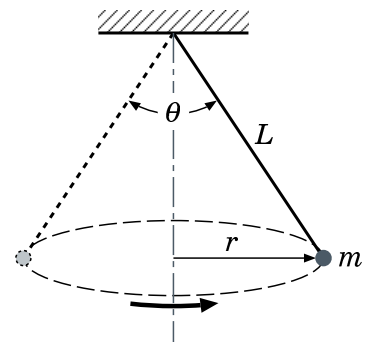
32. 図のように同じ大きさ  $F$  の3つの力が作用するとき、合力の大きさを求めなさい。

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



33. 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  $\omega$  で運動するとき、紐の張力を求めなさい。

- (a)  $\frac{mgr}{L}$
- (b)  $mg \cos \frac{\theta}{2}$
- (c)  $\frac{m\omega r}{\sin \frac{\theta}{2}}$
- (d)  $m(\omega^2 r^2 + g^2)^{\frac{1}{2}}$
- (e)  $m(\omega^4 r^2 + g^2)^{\frac{1}{2}}$

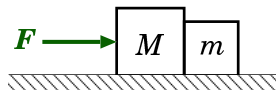


34. ある2つの物体それぞれに同じ大きさの力を加えると、それぞれ大きさ  $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  と  $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  の大きさの加速度を生じる。これら2つの物体を結合してできた物体にこの力を加えたとき、加速度の大きさはいくらになるか。

- (a)  $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- (b)  $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- (c)  $7\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- (d)  $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- (e)  $\frac{12}{7}\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

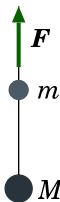
35. 図に示すような滑らかな水平面上に質量  $M$  および  $m$  の2つのブロックが互いに接触させて置いてある。 $M$  に一定の水平な力 (大きさ  $F$ ) を加えたとき、これら2つのブロック間に働く抗力の大きさ  $P$  はいくらか。

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



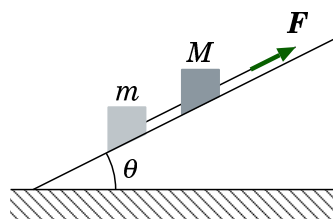
36. 質量  $m, M$  の2つの小球を軽い糸でつなぎ、図のように質量  $m$  の小球を一定の力  $F$  で上に引いた。2つの小球をつなぐ糸の張力を求めなさい。ただし、重力加速度を  $g$  とする。

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



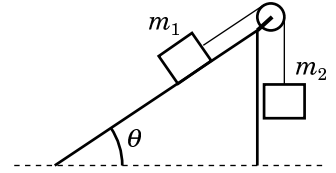
37. 質量  $m, M$  の2つの小物体を軽い糸でつないで、図のように水平から  $\theta$  傾いた滑らかな斜面上におき、質量  $m$  の小物体を一定の力  $F$  で上に引いた。2つの小物体をつなぐ糸の張力を求めなさい。ただし、重力加速度を  $g$  とする。

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



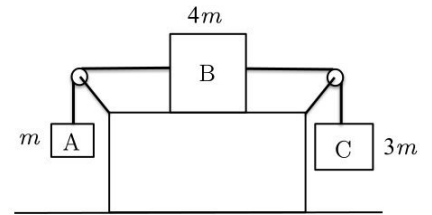
38. 質量  $m_1$  および  $m_2$  の2つの物体が図のように滑車にかけた軽くて摩擦のないロープでつながれている。 $m_1$  の物体は傾斜角  $\theta$  の摩擦のない斜面上にある。このとき、ロープの張力を求めよ。

- (a)  $T = \frac{m_1 g \sin \theta + m_2 g}{m_1 + m_2}$
- (b)  $T = \frac{m_1 g \cos \theta + m_2 g}{m_1 + m_2}$
- (c)  $T = \frac{m_1 g (1 + \sin \theta)}{m_1 + m_2}$
- (d)  $T = \frac{m_1 m_2 g (1 + \sin \theta)}{m_1 + m_2}$
- (e)  $T = \frac{m_1 m_2 g (1 + \cos \theta)}{m_1 + m_2}$



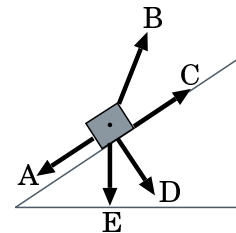
39. 図のように、床に固定された水平台があり、滑車を通して質量  $m, 4m, 3m$  の3つのブロック A, B, C がロープでつながれている。滑車には摩擦がないものとし、水平台とブロック B との間の動摩擦係数を  $\mu$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とするとき、ブロック A の加速度の大きさを求めよ。

- (a)  $\frac{1-2\mu}{4}g$
- (b)  $\frac{1+2\mu}{4}g$
- (c)  $\frac{2-\mu}{4}g$
- (d)  $\frac{1-2\mu}{2}g$
- (e)  $(2\mu-1)g$



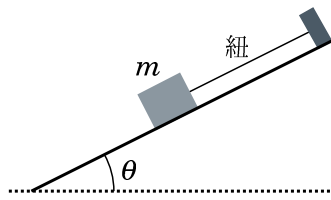
40. 図のように、摩擦のある斜면을箱が滑り降りている。抗力 (垂直抗力と摩擦力のベクトル和) の向きを表しているのは、図中 A~E のどれか。

- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) E



41. 図のように、水平面から  $\theta$  傾いた滑らかな斜面上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、紐は斜面上に平行であり、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)  $\frac{mg}{\tan \theta}$

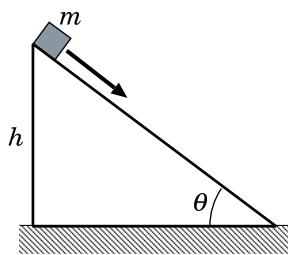


42. 5 kg の石を釘に落としたりと、釘は 0.025 m 木片に入り込んだ。石が釘に当たったときの速さが  $10 \text{ m s}^{-1}$  であったとすると、釘が木片から受けた力の平均値はおおよそいくらか。

- (a) 10 N
- (b) 100 N
- (c) 1000 N
- (d) 10,000 N
- (e) 100,000 N

43. 図のように、質量  $m$  の小物体が傾角  $\theta$  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  $\mu$  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。

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

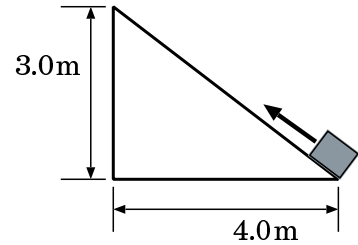


44. 4 kg のおもりをフックの法則に従う軽いばねに付けて鉛直に垂らしたところ、ばねが自然長から 2.0 cm 伸びて釣り合った。この釣り合いの位置からさらに 4.0 cm ばねを伸ばしておもりを動かすのに必要な仕事を求めなさい。

- (a) 1.57 J
- (b) 0.39 J
- (c) 0.20 J
- (d) 3.14 J
- (e) 0.78 J

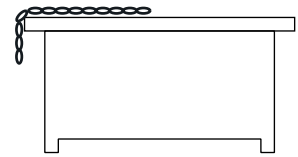
45. 静止していた荷重 20 N の箱を、図のように滑らかな斜面に沿って重力に抗って上端まで押し上げるのに必要な仕事はいくらか。

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



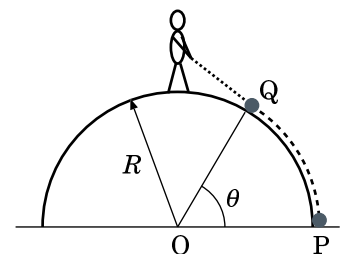
46. 滑らかな水平面を持つ机の上に長さ  $L$ 、質量  $m$  の鎖が手で支えて置いてある。鎖は全体の  $1/3$  が机の端からぶら下がっている。鎖を静かに水平に引っ張って、鎖を机の上に引き上げるために必要な仕事を求めなさい。

- (a)  $\frac{mgL}{3}$
- (b)  $\frac{mgL}{6}$
- (c)  $\frac{mgL}{12}$
- (d)  $\frac{mgL}{18}$
- (e)  $\frac{mgL}{24}$



47. 図のように半球状の台の上に立っている人が、半球の端 P の位置に置いてあった質量  $m$  のおもりを台の面に沿って紐で点 Q の位置まで静かに引き上げた。半球の中心を原点 O として、OQ と水平のなす角度は  $\theta$  であった。Q に引き上げるまでに、重力のした仕事の大きさを求めなさい。

- (a)  $\frac{mgR}{2}$
- (b)  $mgR \frac{\theta}{2\pi}$
- (c)  $mgR \frac{\theta}{\pi}$
- (d)  $mgR \cos \theta$
- (e)  $mgR \sin \theta$



48. ポテンシャルエネルギーが  $U = kr^n$  で与えられる場の力を求めなさい。

- (a)  $-knr^{n-2} \mathbf{r}$
- (b)  $-knr^{n-1} \mathbf{r}$
- (c)  $knr^{n-2} \mathbf{r}$
- (d)  $knr^{n-1} \mathbf{r}$
- (e)  $knr^n \mathbf{r}$

49. 重力場は保存力の場合である。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。

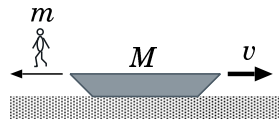
- (d) 物体が再び始点に戻された際の全仕事量はゼロではない。
- (e) 速度の関数である。

50. 小球が  $h$  の高さから落下し床で跳ね返った。跳ね返り直後の速さが、跳ね返り直前の速さの 80% であった。跳ね返り後の小球の到達高さを求めなさい。

- (a)  $0.94h$
- (b)  $0.80h$
- (c)  $0.75h$
- (d)  $0.64h$
- (e)  $0.50h$

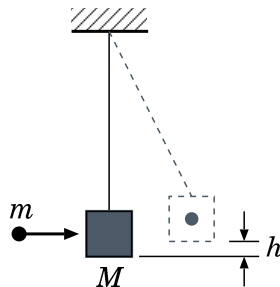
51. 質量  $m$  の人が静止している質量  $M$  のボートから左側、水平方向に飛び出した。飛び出した直後、ボートは右側に速度  $v$  で動き出した。飛び出す過程で人がなした仕事を求めなさい。

- (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)  $\frac{1}{2}\left(\frac{Mm}{M+m}\right)v^2$



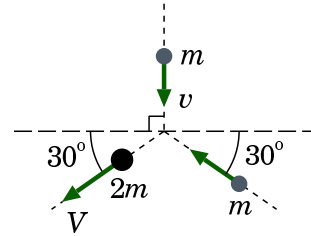
52. 図のように、質量  $m$  の弾を質量  $M$  の振り子のおもりへ打ち込んだ。弾はおもりの中に留まり、衝突後両者は高さ  $h$  振り上がった。打ち込まれる直前の弾の速さを求めなさい。

- (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)  $\frac{M+m}{2m}\sqrt{gh}$



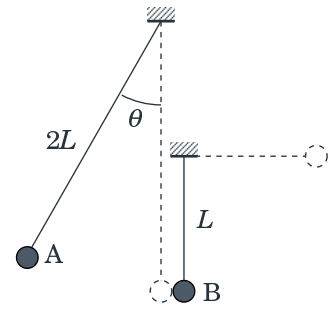
53. 図のように質量  $m$  の 2 つの小球が  $x$  軸に対し、1 つは直角上方から速さ  $v$  で、もう 1 つは  $30^\circ$  下方から近づいてきて衝突し一体となった。一体化した質量  $2m$  の小球は等速  $V$  で  $30^\circ$  下方に遠ざかった。  $V$  はいくらか。

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



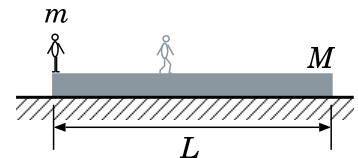
54. 図のように、同じ質量を有する 2 つの球が紐で吊り下げられている。球 A を持ち上げて静かにはなして球 B に衝突させたところ、B の紐は水平になるまで振り上がった。A を静かにはなしたときの紐の角度  $\theta$  を求めなさい。ただし、2 つの球の跳ね返り係数は 0.5 とする。

- (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)  $\sin \theta = \frac{1}{4}$



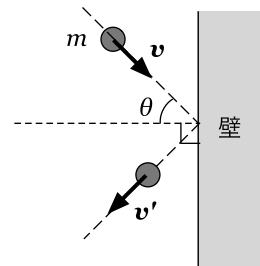
55. 図のように、滑らかな水平面上に長さ  $L$ 、質量  $M$  の一様な長方形の台があり、その左端に体重  $m$  の人が立っている。人が右端に歩く間に台はいくら移動するか。

- (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  $\frac{mL}{M-m}$



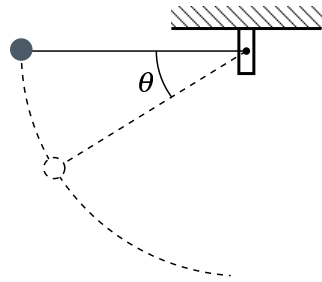
56. 一定の速さ  $v$  で運動している質量  $m$  の質点が、図のように壁へ斜めに衝突して跳ね返った。衝突前後で質点の速さが同じである時、この衝突で壁が受けた力積の大きさはいくらか。

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



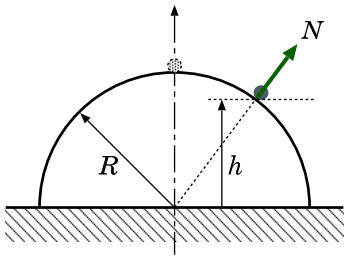


57. 小さなおもりが紐で支柱につながれている。図のように、紐が水平になるように引っ張っておもりを静かにはなした。紐が水平と角度  $\theta$  をなす位置における、おもりの全加速度の大きさはいくらか。



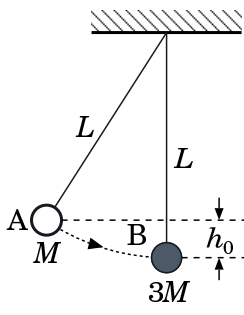
- (a)  $g \sin \theta$
- (b)  $2g \cos \theta$
- (c)  $2g \sin \theta$
- (d)  $g\sqrt{3 \cos^2 \theta + 1}$
- (e)  $g\sqrt{3 \sin^2 \theta + 1}$

58. 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、質量  $m$  の小物体 A が静かに滑り出した。A が台から受ける垂直抗力の大きさ  $N$  と A の床からの高さ  $h$  との関係を求めなさい。



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

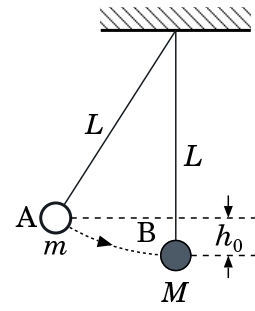
59. 粘土でできた、質量がそれぞれ  $M, 3M$  である 2 つの小物体 A, B が、天井から同じ長さ  $L$  の紐で吊り下げられている。紐を引っ張って、A が図のように高さ  $h_0$  だけ引き上げられ、静かに放された。すると、A は B と衝突し両者は一体となってある高さ  $h$  まで振り上がった。この高さ  $h$  を求めなさい。



- (a)  $\frac{1}{16} h_0$
- (b)  $\frac{1}{8} h_0$
- (c)  $\frac{1}{4} h_0$
- (d)  $\frac{1}{3} h_0$
- (e)  $\frac{1}{2} h_0$

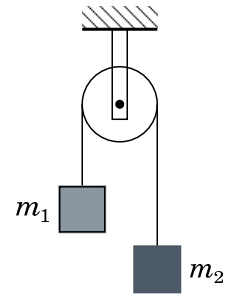
60. 質量がそれぞれ  $m, M$  である 2 つの小物体 A, B が、天井から同じ長さ  $L$  の紐で吊り下げられている。紐を引っ張って、A が図のように高さ  $h_0$  だけ引き上げられ、静かに放された。すると、A は B と弾性衝突し B はある高さ  $h$  まで振り上がった。この高さ  $h$  を求めなさい。

- (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)  $\left( \frac{2m}{M+m} \right)^2 h_0$



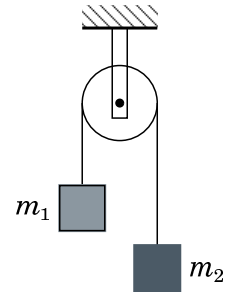
61. 糸でつながれた 2 つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている。  $m_1 < m_2$  として、おもりの加速度の大きさを求めなさい。

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



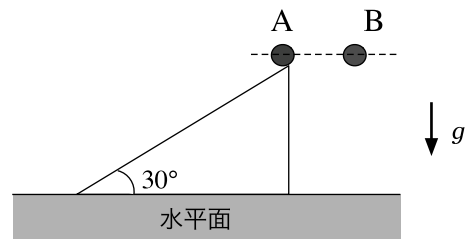
62. 図のように、糸でつながれた 2 つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている。  $m_1 < m_2$  として、糸の張力を求めなさい。

- (a)  $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$
- (b)  $\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$
- (c)  $\frac{4m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$
- (d)  $\frac{2m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} g$
- (e)  $\frac{3m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$



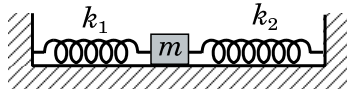
63. 図のように、2 つの質点 A と B を同じ高さに運んで静かに手を離れたところ、A は傾斜角  $30^\circ$  で滑らかな斜面に沿って、B は鉛直下方に落下した。手を離してから A が水平面に到達するまでにかかる時間は、B が水平面に到達するまでにかかる時間の何倍か。

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



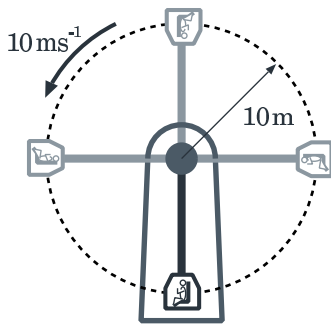
64. 質量  $m$  のおもりが、ばね定数  $k_1, k_2$  の2つのばねに挟まれ、図のように壁の間の水平面上に置かれている。おもりがばねの軸方向に単振動するとして、その振動数  $f$  を求めなさい。

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



65. 図のように、籠に客を載せて半径 10 m の円周上を一定速度  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  で回る遊園地の乗り物がある。回転中、客を固定する金具から客が受ける抗力が変化するが、その最大値と最小値の比はおよそいくらか。

- (a) 2
- (b) 10
- (c) 20
- (d) 50
- (e) 100

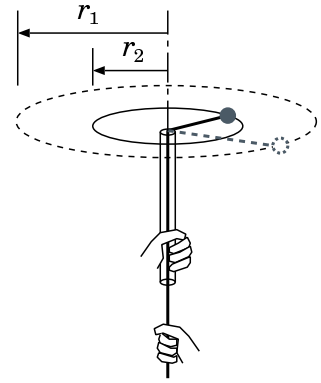


66. 質量  $m$  のおもりが糸の端についており、鉛直面内で半径  $R$  の円運動をしている。円の頂点において糸が弛まないためには、円の頂点の速度がある値以上でなければならない。この値を求めなさい。

- (a)  $\sqrt{Rg}$
- (b)  $Rg$
- (c)  $\sqrt[3]{Rg}$
- (d)  $(Rg)^2$
- (e)  $\frac{R}{g}$

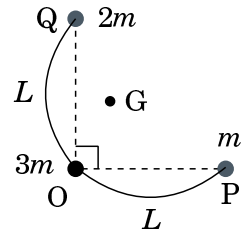
67. 質量  $m$  のおもりを紐に付け、紐を管に通す。図のように、一方の手で管を支えて、もう一方の手で紐の端をつかみ、おもりを半径  $r_1$ 、速度  $v_1$  の回転状態にしておき、続いて紐を引いて半径  $r_2$  の回転状態にした。この回転の角速度  $\omega_2$  と初めの回転の角速度  $\omega_1$  との比を求めなさい。なお、重力は無視する。

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



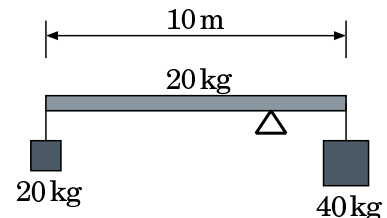
68. 図のように、質量  $3m$  の質点が点  $O$  にあり、そこから距離  $L$  離れた位置  $P, Q$  にそれぞれ質量  $m, 2m$  の質点がある。線分  $OP, OQ$  のなす角度は直角である。この3つの質点の質量中心  $G$  と  $O$  との距離を求めなさい。

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



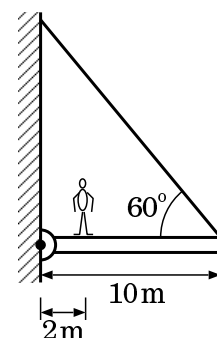
69. 長さ 10 m、質量 20 kg の一様な棒の両端にそれぞれ 20 kg、40 kg のおもりをつけ、図のように支点に乗せて釣り合わせた。棒の中心と支点との距離を求めなさい。

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

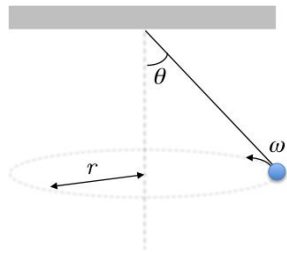


70. 図のように、長さ 10 m、質量 20 kg の水平な梁が壁に取り付けられており、取り付け位置を支点に鉛直面内で自由に回転できるようになっている。梁の先は綱を用いて上方の壁につながっており、綱と梁は  $60^\circ$  の角度をなしている。梁の上には 50 kg の人が壁から 2 m の位置に立っている。綱の張力を求めなさい。

- (a) 0 N
- (b) 700 N
- (c) 500 N
- (d) 226 N
- (e) 808 N

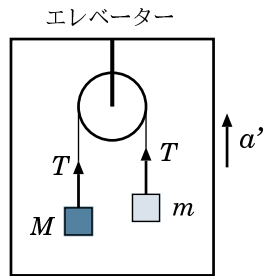


71. 図のように、質点が軽いロープで天井に繋がれており、一定の角速度  $\omega$  で水平面内を半径  $r$  の等速円運動をしている。このとき、 $\tan \theta$  を求めよ。なお、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



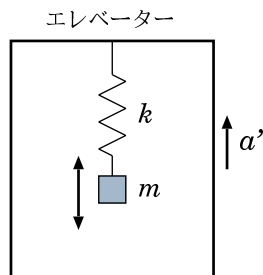
- (a)  $\frac{r^2\omega}{g}$
- (b)  $\frac{g}{r\omega}$
- (c)  $\frac{r\omega^2}{g}$
- (d)  $\frac{g}{r\omega^2}$
- (e)  $\frac{r\omega}{g}$

72. 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軽い定滑車を吊り、その両端に軽い紐で質量  $M, m (m < M)$  のおもりを吊り下げて静かにはなしたところ、質量  $M$  のおもりは下降し、質量  $m$  のおもりは上昇した。紐の張力  $T$  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)  $\frac{2mM}{M+m}(g+a')$
- (b)  $\frac{2mM}{M+m}(g-a')$
- (c)  $\frac{2mM}{M-m}(g+a')$
- (d)  $\frac{2mM}{M-m}(g-a')$
- (e)  $\frac{M(M+m)}{M-m}(g+a')$

73. 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  $k$  の軽いばねを吊り、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)  $2\pi\sqrt{\frac{mg}{k(g-a')}}$