

基礎物理学共通試験問題集

東京電機大学 物理系列

2016年5月16日

平成24年度より、物理の学力検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・コース毎の個別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、『前期物理学1学力検査の共通部分8問はこの問題集から（ただし、題意はそのままでも、数値や記号などを変えた類似問題となって）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、学力検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. 位置ベクトル $a = (1, 2, 3)$, $b = (-1, 3, 2)$ の和 $a + b$ および差 $a - b$ を求めなさい.

- (a) $a + b = (0, 5, 5)$, $a - b = (0, 1, 1)$
- (b) $a + b = (0, 5, 1)$, $a - b = (0, -1, 1)$
- (c) $a + b = (0, 5, 1)$, $a - b = (2, 5, 1)$
- (d) $a + b = (0, 5, 1)$, $a - b = (2, -1, 5)$
- (e) $a + b = (0, 5, 5)$, $a - b = (2, -1, 1)$

2. ベクトル $a = (1, 2, 3)$, $b = (-1, 3, 2)$ の内積 $a \cdot b$ および外積 $a \times b$ を求めなさい.

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

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

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

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

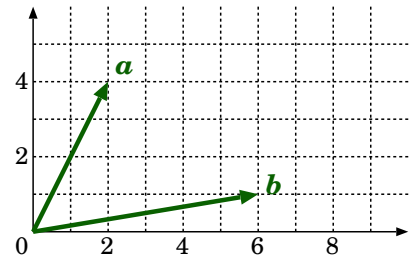
- (a) $\tau = (7, -19, -11)$
- (b) $\tau = (11, 11, 1)$
- (c) $\tau = (-10, 3, 6)$
- (d) $\tau = (-11, -11, -1)$
- (e) $\tau = (-7, 19, 11)$

5. 二つの平行でないベクトル a, b の両方に垂直な長さが 1 のベクトルは, a, b を用いてどのように表されるか.

- (a) $a \times b$
- (b) $a \pm b$
- (c) $\pm \frac{a}{b}$
- (d) $\pm \frac{a \times b}{|a \times b|}$
- (e) $\pm \frac{a}{|b|}$

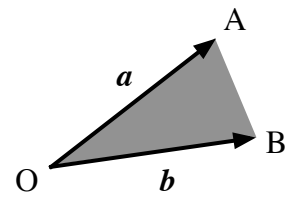
6. 図のベクトル a, b の差のベクトルの大きさに最も近い値はどれか.

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



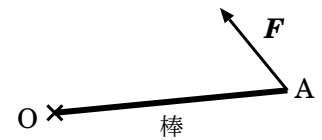
7. 図のような三角形 OAB の面積を求めなさい. ただし, 頂点 A, B を表す位置ベクトルを $a = (1, 1, 0)$, $b = (2, 0, 1)$ とする.

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



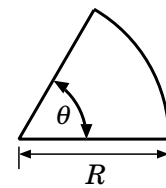
8. 図のように, 一端を基準点 O に固定した棒の他端 A に, 力 $F = (1, 2, 3)$ を作用させる. 点 A の位置ベクトルが $a = (1, 1, 0)$ である時, 点 O に関する力のモーメントはいくらか.

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



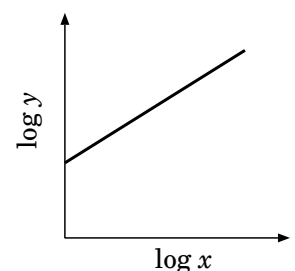
9. 半径 R , 中心角 θ ラジアン の扇形の面積を求めなさい.

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



10. 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) $y = ax^b$



11. 直線上を動く質量 m の質点の速度が $v(t) = 4t + e^{-kt}$ と表されるとき、質点に作用している力 $F(t)$ を求めなさい。ただし、 k は定数である。

- (a) $F(t) = 4 - ke^{-kt}$
- (b) $F(t) = m(4 - ke^{-kt})$
- (c) $F(t) = m(4t + e^{-kt})$
- (d) $F(t) = m\left(2t^2 - \frac{1}{k}e^{-kt}\right)$
- (e) $F(t) = \frac{1}{2}m(4t + e^{-kt})^2$

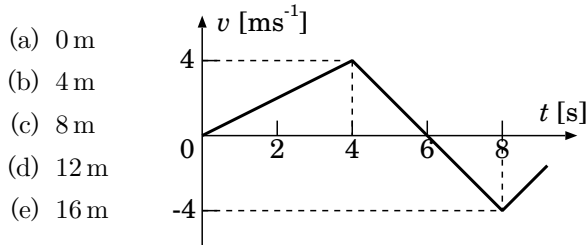
12. 直線上を動く質量 m の質点に力 $F(t) = F_0e^{-kt}$ が働いている。 $t = 0$ の時の質点の速さが v_0 であるとき、質点の速さ $v(t)$ を求めなさい。

- (a) $v(t) = kF_0(1 - e^{-kt}) + v_0$
- (b) $v(t) = -\frac{F_0}{m}(1 - e^{-kt}) + v_0$
- (c) $v(t) = \frac{F_0}{mk}(1 - e^{-kt}) + v_0$
- (d) $v(t) = -\frac{F_0e^{-kt}}{mk} + v_0$
- (e) $v(t) = \frac{F_0}{mk}(1 - v_0e^{-kt})$

13. 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。

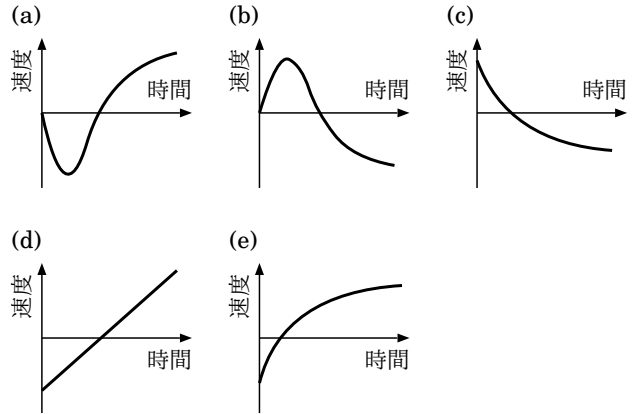
- (a) $5 \times 10^{-6} \text{ cm}$
- (b) $3.0 \times 10^{-1} \text{ cm}$
- (c) 2 cm
- (d) 15 cm
- (e) $1.5 \times 10^{-1} \text{ cm}$

14. 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 $t = 4$ 秒での位置と $t = 8$ 秒での位置との隔たりはいくらか。



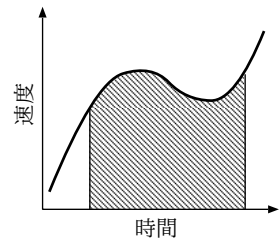
- (a) 0 m
- (b) 4 m
- (c) 8 m
- (d) 12 m
- (e) 16 m

15. 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。

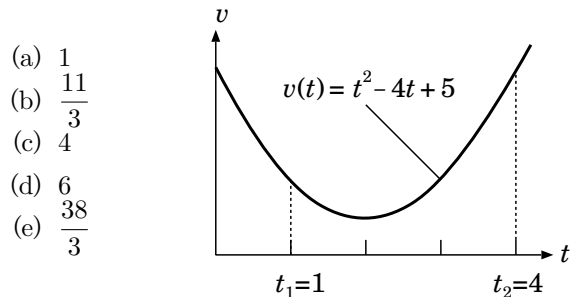


16. 図に示すような、時間と速度曲線の囲む面積はどのような物理量を表すか。

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



17. 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。

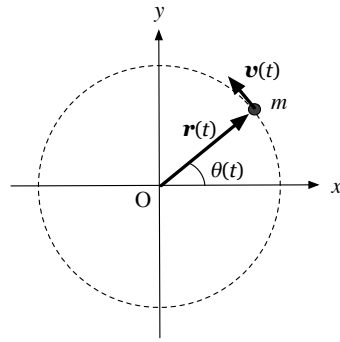


- (a) 1
- (b) $\frac{11}{3}$
- (c) 4
- (d) 6
- (e) $\frac{38}{3}$

18. 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) $(1.5, -2t, t)$

19. 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 $a\omega$ 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



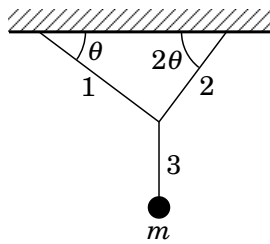
- (a) $(0, 0, a\omega)$
- (b) $(0, 0, ma^2\omega)$
- (c) $(a \cos(\omega t), a \sin(\omega t), 0)$
- (d) $(a\omega \cos(\omega t), a\omega \sin(\omega t), 0)$
- (e) $(-a\omega \sin(\omega t), a\omega \cos(\omega t), 0)$

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

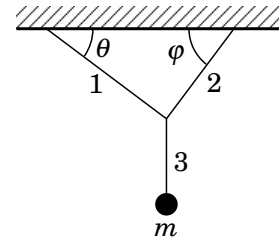
21. 質量 m のおもりを水平な天井から 3 つの紐で吊って釣り合いの状態にしたところ、図のように、上の 2 本の紐の天井からの角度が $\theta, 2\theta$ となった。紐 1 の張力を求めなさい。

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



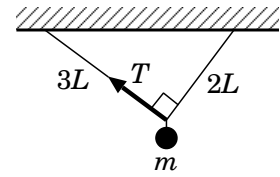
22. 質量 m のおもりを水平な天井から 3 つの紐で吊って釣り合いの状態にしたところ、図のように、上の 2 本の紐の天井からの角度が θ, φ となった。紐 1 の張力を求めなさい。

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



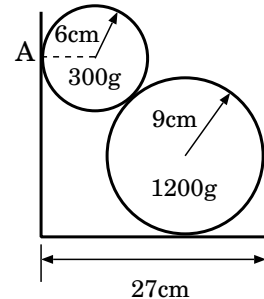
23. 図のように、長さ $3L$ と $2L$ の糸で質量 m のおもりを水平な天井からつるしたところ、2 本の糸のなす角度が直角となって釣り合った。長さ $3L$ の糸の張力 T を求めなさい。

- (a) $\frac{2}{\sqrt{13}}mg$
- (b) $\frac{3}{\sqrt{13}}mg$
- (c) $\frac{5}{\sqrt{13}}mg$
- (d) $\frac{2}{\sqrt{5}}mg$
- (e) $\frac{3}{\sqrt{5}}mg$



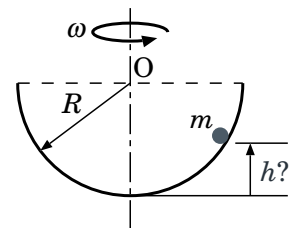
24. 図のように、2 つの鉄球が直径 27 cm の円筒容器内で静止している。鉄球の半径はそれぞれ 6 cm と 9 cm、重さはそれぞれ 300 g と 1200 g である。表面は全て滑らかであるとして、A 点における垂直抗力を求めなさい。

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

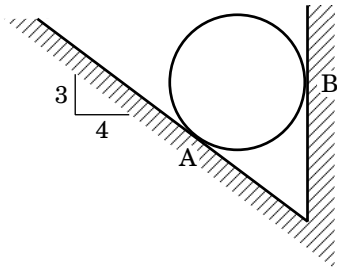


25. 図のように、半径 R の滑らかな半球面状の容器が、一定角速度 ω で回転している。質量 m の小物体 P が、容器の底からある一定の高さを保って容器とともに回転しているとき、この高さを求めなさい。

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

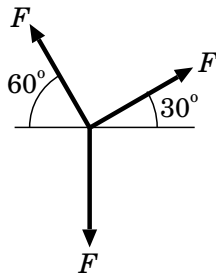


26. 図のように、鉛直な壁と傾斜 3/4 の滑らかな壁の間で荷重 120 N の円筒が静止している。図の A 点における抗力を求めなさい。



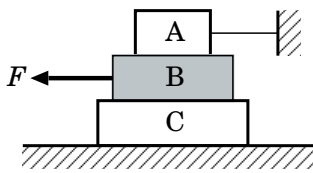
- (a) 96 N
- (b) 139 N
- (c) 150 N
- (d) 180 N
- (e) 200 N

27. 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。



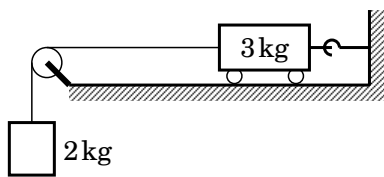
- (a) F
- (b) $\frac{\sqrt{3}}{2}F$
- (c) $\frac{1}{2}F$
- (d) $\frac{1}{\sqrt{3}}F$
- (e) $\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}}F$

28. 図のように、荷重 100 N の台 C の上に荷重 80 N の台 B、さらにその上に荷重 50 N の台 A が乗っており、台 A は水平方向に綱で引っ張られている。また、それぞれの面間の摩擦係数は 0.3 である。釣合を破らずに台 B に加えることのできる力の最大値を求めなさい。



- (a) 15 N
- (b) 54 N
- (c) 69 N
- (d) 84 N
- (e) 102 N

29. 図のように、2 kg のおもりが軽い滑車を介して 3 kg の台車に紐で吊り下げられている。台車は滑らかな水平床上にあり、はじめ鉤（かぎ）で壁に固定されていた。鉤が台車を引っ張る力はおよそいくらか。



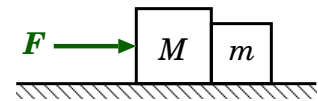
- (a) 6.0 N
- (b) 2.0 N
- (c) 20 N
- (d) 10 N
- (e) 30 N

30. 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。

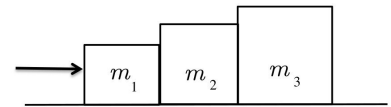
- (a) $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (b) $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (c) $7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (d) $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (e) $\frac{12}{7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

31. 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。



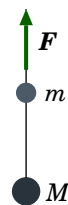
- (a) $\frac{F}{M+m}$
- (b) $\frac{mF}{M+m}$
- (c) $\frac{F}{M}$
- (d) $\frac{m}{M}F$
- (e) $\frac{m}{M}$

32. 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) $\frac{m_3}{m_1 + m_2}$

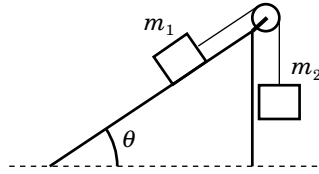
33. 質量 m, M の 2 つの小球を軽い糸でつなぎ、図のように質量 m の小球を一定の力 F で上に引いた。 2 つの小球をつなぐ糸の張力を求めなさい。ただし、重力加速度を g とする。



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

34. 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 θ 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) $T = \frac{m_1 m_2 g (1 + \cos \theta)}{m_1 + m_2}$

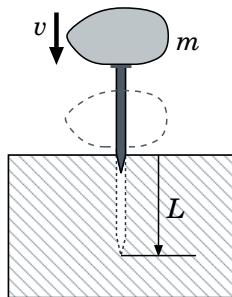


35. 質量 m の球を粘性のある媒質の中で静かにはなした。球は、重力 mg に加えて、 v を球の速さ、 b を定数として、 bv の阻止力を受ける。浮力は無視できるものとする。球の運動に関する次の記述のうち正しいものはどれか。

- (a) 運動エネルギーは阻止力のため減少し続ける。
- (b) 運動エネルギーは増加して最大値に達し、その後に阻止力を受けて0となる。
- (c) 速度は増加して最大値をとり、その後に減じて最終速度に達する。
- (d) 速度は単調に増加し、 b のみで定まる最終速度に漸近する。
- (e) 速度は単調に増加し、 b と m のみで定まる最終速度に漸近する。

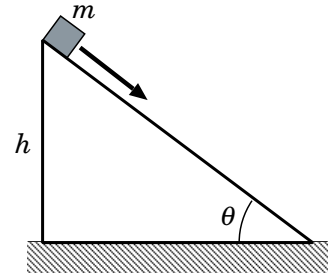
36. 質量 m の石を釘に落としたところ、釘は L 木片に入り込んだ。石が釘に当たったときの速さが v であったとすると、釘が木片から受ける力の平均値はいくらか。

- (a) mg
- (b) $2mg$
- (c) $\frac{mv^2}{2L}$
- (d) $\frac{mv^2}{L}$
- (e) $\frac{2mv^2}{L}$



37. 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。

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

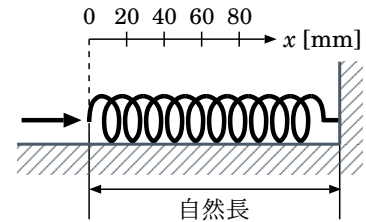


38. 4 kg のおもりをフックの法則に従う軽いばねに付けて鉛直に垂らしたところ、ばねが自然長から 2.0 cm 伸びて釣り合った。この釣り合いの位置からさらに 4.0 cm ばねを伸ばしておもりを動かすのに必要な仕事を求めなさい。

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

39. 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

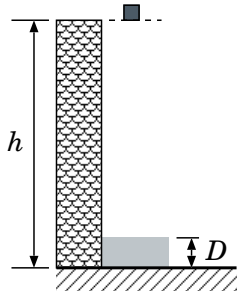


40. 質量 m のおもりを軽いばねに付けて鉛直に垂らしたところ、ばねが自然長から L 伸びて釣り合った。この釣り合いの位置から、おもりを手で引いて x 下げた。手が行った仕事を求めなさい。

- (a) $\frac{2mgx^2}{L}$
- (b) $\frac{mgx^2}{L}$
- (c) $\frac{4L}{mgx^2}$
- (d) $\frac{3L}{mgx^2}$
- (e) $\frac{mgx^2}{L}$

41. 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。

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

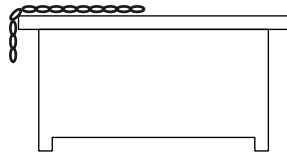


42. 質量 $m = 2\text{ kg}$ の物体の位置ベクトルが $\mathbf{r} = (3t + 5t^3)\mathbf{i}$ [m] で表される。この物体に 0 s から 1 s の間になされた仕事を求めなさい。ただし \mathbf{i} は直角直交座標系における x 方向の基本ベクトルである。

- (a) 78 J
- (b) 157 J
- (c) 235 J
- (d) 315 J
- (e) 393 J

43. 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) $\frac{mgL}{24}$



44. 質量 m の物体が直線上に束縛されて運動しており、 k を定数として、力学的ポテンシャルエネルギーが kx^4 で与えられる。物体に働く保存力を求めなさい。

- (a) $\frac{1}{2}mv^2$
- (b) $-4kx^3$
- (c) kx^4
- (d) $-\frac{kx^5}{5}$
- (e) mg

45. 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。

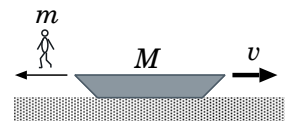
- (a) 終点の位置のみに依る。
- (b) 物体が動いた経路に依る。
- (c) 終点の位置および物体が動いた経路の両方に依る。
- (d) 物体が再び始点に戻された際の全仕事量はゼロではない。
- (e) 速度の関数である。

46. 位置 $\mathbf{r} = (x, y, z)$ におけるポテンシャルが $U(\mathbf{r}) = -1/r$ と書き表される空間での、保存力 $\mathbf{F}(\mathbf{r})$ を求めなさい。

- (a) $-\frac{\mathbf{r}}{r^3}$
- (b) $\frac{\mathbf{r}}{r^2}$
- (c) $-\frac{\mathbf{r}}{r}$
- (d) \mathbf{r}
- (e) $-\mathbf{r}\mathbf{r}$

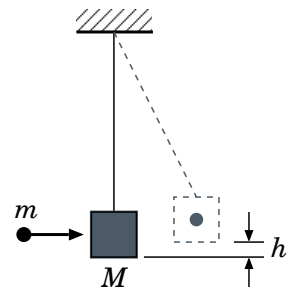
47. 質量 m の人が静止している質量 M のボートから左側、水平方向に飛び出した。飛び出した直後、ボートは右側に速度 v で動き出した。飛び出す過程で人がなした仕事を求めなさい。

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



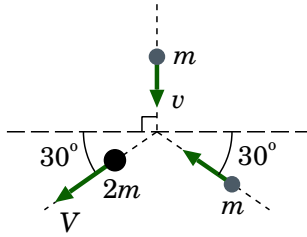
48. 図のように、質量 m の弾を質量 M の振り子のおもりへ打ち込んだ。弾はおもりの中に留まり、衝突後両者は高さ h 振り上がった。打ち込まれる直前の弾の速さを求めなさい。

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



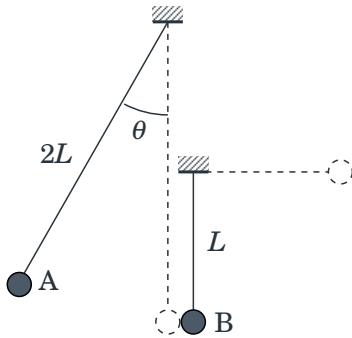
49. 図のように質量 m の2つの小球が x 軸に対し、1つは直角上方から速さ v で、もう1つは 30° 下方から近づいてきて衝突し一体となった。一体化した質量 $2m$ の小球は等速 V で 30° 下方に遠ざかった。 V はいくらか。

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



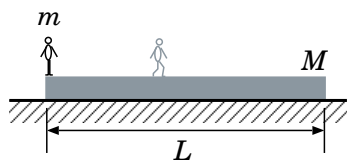
50. 図のように、同じ質量を有する2つの球が紐で吊り下げられている。球 A を持ち上げて静かにはなして球 B に衝突させたところ、B の紐は水平になるまで振り上がった。A を静かにはなしたときの紐の角度 θ を求めなさい。ただし、2つの球の跳ね返り係数は 0.5 とする。

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



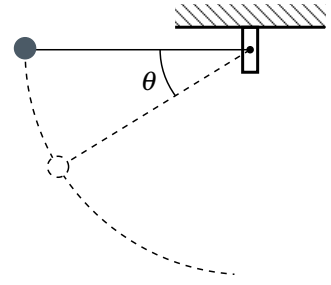
51. 図のように、滑らかな水平面上に長さ L 、質量 M の一様な長方形の台があり、その左端に体重 m の人が立っている。人が右端に歩く間に台はいくら移動するか。

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



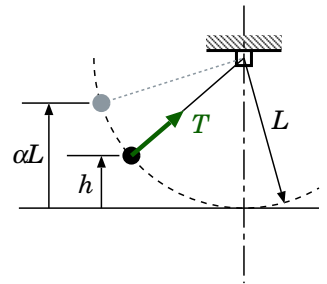
52. ちいさなおもりが紐で支柱につなげられている。図のように、紐が水平になるように引っ張っておもりを静かにはなした。紐が水平と角度 θ をなす位置における、おもりの全加速度の大きさはいくらか。

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

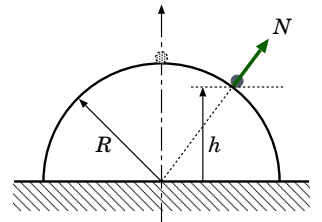


53. 図のように、長さ L の単振り子を最下点 P から測って高さ αL ($0 < \alpha \leq 1$) の地点から静かに振らせ始めた。高さ h の位置における紐の張力 T を求めなさい。

- (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) $mg\left(1 + 2\alpha - \frac{3h}{L}\right)$



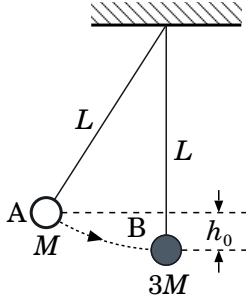
54. 図のように、水平な床に置かれた半径 R の滑らかな半円筒状の台の頂点から、おもりが静かに滑り出した。おもりが台から受ける垂直抗力の大きさ N とおもりの床からの高さ h との関係をもっと適切に表現しているものはどれか。



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

55. 粘土でできた、質量がそれぞれ $M, 3M$ 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) $\frac{1}{2}h_0$

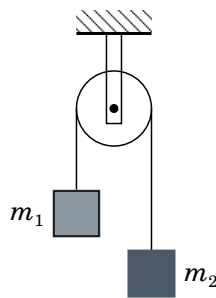


56. 球が高さ 40 m の塔の頂点から水平方向に投げられたところ、塔の下端から距離 80 m の位置で地面に落ちた。球が地面に衝突するときの球の速度ベクトルが水平面となす角度を求めなさい。

- (a) 315°
- (b) 41°
- (c) 0°
- (d) 90°
- (e) 82°

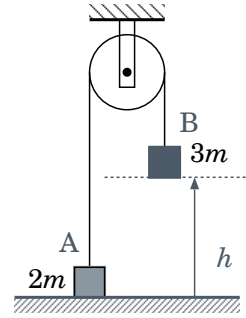
57. 糸でつながれた 2 つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている。 $m_1 < m_2$ として、おもりの加速度の大きさを求めなさい。

- (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) $\frac{m_2}{m_1}g$



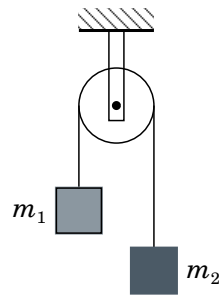
58. 図のように、質量 $2m, 3m$ の 2 つのおもり A, B を糸でつないで軽い滑車に掛け、水平な床の上に A を置き、糸が弛まないように B を手で支えた。このとき、B は床から測って高さ h の位置にあった。静かに手を離したところ、B は下降して床に到達した。B が下降を開始してから床に到達するまでの時間を求めなさい。

- (a) $\sqrt{\frac{2gh}{5}}$
- (b) $\sqrt{\frac{4gh}{5}}$
- (c) $\sqrt{\frac{6gh}{5}}$
- (d) $\sqrt{5gh}$
- (e) $\sqrt{10gh}$



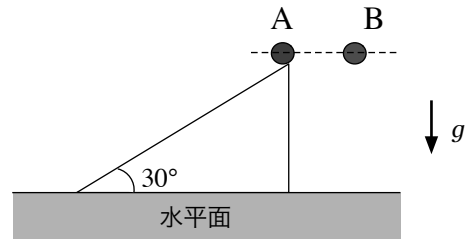
59. 図のように、糸でつながれた 2 つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている。 $m_1 < m_2$ として、糸の張力を求めなさい。

- (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) $\frac{m_1 + m_2}{2m_1 m_2}g$
- (e) $\frac{(m_1 + m_2)^2}{3m_1 m_2}g$



60. 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



61. 仮に地表すれすれに飛行する人工衛星があったとすれば、その周期は 80 分である。地球の半径を R_e として、静止衛星 (周期が 24 時間) の軌道半径はおよそいくらか。

- (a) $3R_e$
- (b) $7R_e$
- (c) $18R_e$
- (d) $320R_e$
- (e) $5800R_e$

62. 発射された弾が地球を周回する可能性について考える。地球の中心から半径 r の位置を周回しているとすると、周期はいくらか。地球の質量を M 、万有引力定数を G とする。

- (a) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$
- (b) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$
- (c) $2\pi \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$
- (d) $2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$
- (e) 24時間

63. 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と見積られるか。

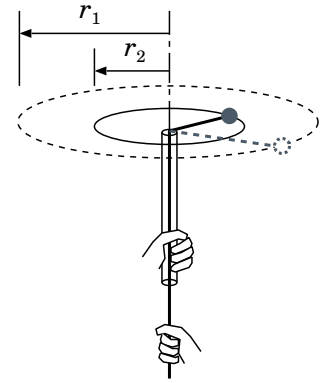
- (a) $8.6 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (b) $8.4 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (c) $0.034 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (d) $0.31 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- (e) $0.98 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

64. 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) $\frac{R}{g}$

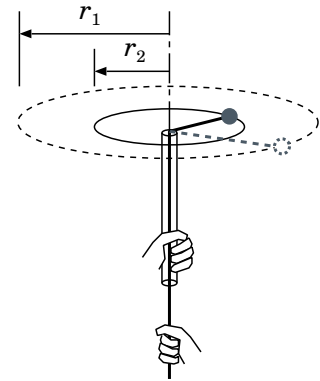
65. 質量 m のおもりを紐に付け、紐を管に通す。図のように、一方の手で管を支えて、もう一方の手で紐の端をつかみ、おもりを半径 r_1 、速度 v_1 の回転状態にしておき、続いて紐を引いて半径 r_2 の回転状態にした。この回転の角速度 ω_2 と初めの回転の角速度 ω_1 との比を求めなさい。なお、重力は無視する。

- (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) $\omega_2 = \omega_1$



66. 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と初めの回転の運動エネルギーとの比を求めなさい。なお、重力は無視する。

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

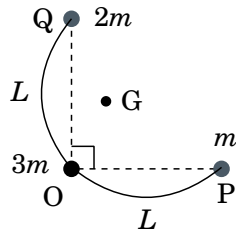


67. 質量 $m, 2m, 3m$ の質点がそれぞれ一定速度 $v, -3v, 2v$ で等速運動している。この3つの質点の質量中心も一定速度で運動するが、その速度を求めなさい。

- (a) 0
- (b) $\frac{1}{6}v$
- (c) $\frac{1}{3}v$
- (d) $\frac{1}{2}v$
- (e) $2v$

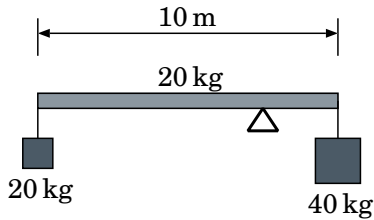
68. 図のように、質量 $3m$ の質点が点 O にあり、そこから距離 L 離れた位置 P, Q にそれぞれ質量 $m, 2m$ の質点がある。線分 OP, OQ のなす角度は直角である。この3つの質点の質量中心 G と O との距離を求めなさい。

- (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. 図のように腕木が綱で吊られている。腕木の重量は 1000 N であり、綱と腕木のなす角度は 45° であった。腕木の受ける抗力の大きさ R と角度 θ を求めなさい。

- (a) 1000 N , 45°
- (b) 707 N , 30°
- (c) 500 N , 60°
- (d) 707 N , 45°
- (e) 500 N , 30°

