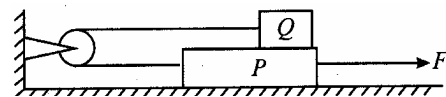


香港物理奧林匹克委員會主辦、中國教育學會物理教學專業委員會協辦
 第六屆泛珠三角暨中華名校物理奧林匹克邀請賽力學基礎試賽題

(2010年2月19日9:00-12:00)

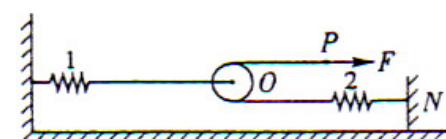
*** 選擇題 1 至 16 (48 分, 答案唯一) 和 簡答題 17 至 20 (52 分), 做在答題紙上。 (若有需要取 $g=10\text{m/s}^2$) ***

1. 位於水平桌面上質量為 20kg 的物塊 P , 由跨過定滑轮的輕繩與質量為 10kg 的物塊 Q 相連, 从滑轮到 P 和到 Q 的兩段繩都是水平的, 并有一水平向右的力 F 作用於 P 。物塊 P 向右做勻速運動, 且物塊 P 与桌面之間、物塊 Q 与 P 之間的動摩擦因子均為 $\mu=0.2$ 。滑轮的质量和滑轮軸上的摩擦都不計, 力 F 的值是



- A. 50N B. 60N C. 70N D. 80N E. 90N F. 100N

2. 彈簧 1 的一端固定, 另一端固定在滑轮的輪軸 O 上。彈簧 2 的一端固定, 另一端連接一根不可伸長的細線, 細線跨過滑轮, 用力沿水平向右拉細線的 P 端。已知彈簧、細線和滑轮的质量均可不計, 彈簧和細線均互相平行。已知兩彈簧的勁度系数都為 k 。若緩慢地將拉力的大小增加 F , 則細線 P 端將水平向右移動一段距離, 該距離的長度為

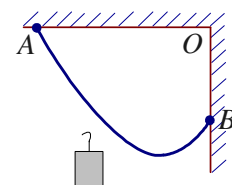


- A. F/k B. $2F/k$ C. $3F/k$ D. $4F/k$ E. $5F/k$ F. $6F/k$

3. 把一個質量為 m 和勁度系数為 k 的均勻彈簧的一端豎直地懸掛在天花板上, 則在自身重力作用下彈簧另一端的位移為

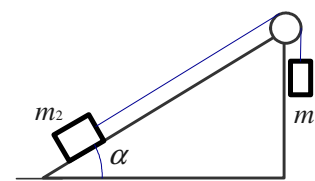
- A. $\frac{mg}{k}$ B. $\frac{3mg}{4k}$ C. $\frac{5mg}{8k}$ D. $\frac{mg}{2k}$ E. $\frac{3mg}{8k}$ F. $\frac{mg}{4k}$

4. 將一條輕而柔軟的細繩栓在天花板上的 A 點和豎直牆上的 B 點 ($OA > OB$), 且繩的長度是 OA 的 $\sqrt{2}$ 倍。現若將一個重量為 $10\sqrt{2}\text{N}$ 的物體, 通過一個不計质量的勾掛在繩上, 忽略掛勾与繩之間的摩擦。繩在達到平衡時受到的拉力為



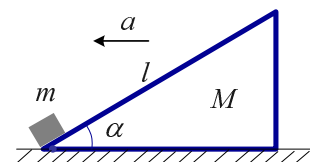
- A. 5N B. $5\sqrt{2}\text{N}$ C. 10N D. $10\sqrt{2}\text{N}$ E. 15N F. $15\sqrt{2}\text{N}$

5. 質量分別為 m_1 和 m_2 的兩個小物塊用輕繩連結, 繩跨過位於傾角 $\alpha=30^\circ$ 的光滑斜面頂端的輕滑轮, 滑轮与轉軸之間的摩擦不計, 斜面固定在水平桌面上。第一次, m_1 懸空, m_2 放在斜面上, 用 t 表示 m_2 自斜面底端由靜止開始運動至斜面頂端所需的時間。第二次, 將 m_1 和 m_2 位置互換, 使 m_2 懸空, m_1 放在斜面上, 發現 m_1 自斜面底端由靜止開始運動至斜面頂端所需的時間為 $t/3$, 則質量之比 m_1/m_2 為



- A. $9/19$ B. $11/19$ C. $13/19$ D. $13/17$ E. $11/17$ F. $9/17$

(題 6-7) 長度 $l=0.5\text{m}$ 、傾角為 α 的光滑斜面, 靜止在光滑水平面上。有一個滑塊置于斜面的下端。現使斜面以加速度 $a=4\sqrt{3}\text{m/s}^2$ 沿水平方向作勻加速運動。



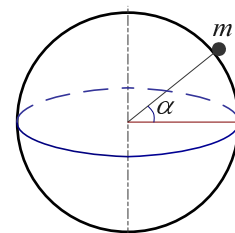
6. 若傾角 $\alpha=30^\circ$, 則滑塊从斜面的上端滑出所經歷的時間為

- A. 1.0s B. 1.1s C. 1.2s D. 1.3s E. 1.4s F. 1.5s

7. 若滑塊未能从斜面的上端滑出, 則傾角 α 的最小值為

- A. 31° B. 32° C. 33° D. 34° E. 35° F. 36°

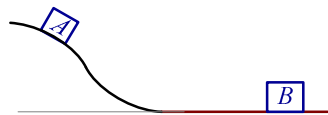
8. 一質量為 m 的物體靜止在緯度為 α 處的地面上, 設其所受地球萬有引力 F 和地面支持力大小 N 并且 N 与赤道平面所成的夾角為 β 。若以地心為慣性參考系, 則有



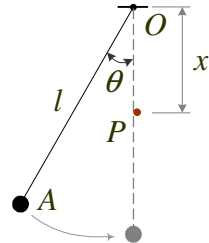
- A. $\alpha=\beta, F=N$ B. $\alpha<\beta, F<N$ C. $\alpha<\beta, F>N$ D. $\alpha>\beta, F<N$ E. $\alpha>\beta, F>N$ F. $\alpha=\beta, F>N$

9. 一个质量为 m 的滑块 A 沿光滑斜坡由静止开始滑下, 与另有一个质量为 km 且静止在光滑水平面上的滑块 B 发生两次弹性的正碰撞。试问 k 值应满足甚么条件?

- A. $3 \leq k \leq 5 + 2\sqrt{2}$ B. $2 \leq k \leq 4 + 2\sqrt{2}$ C. $1 \leq k \leq 3 + 2\sqrt{2}$
 D. $1 \leq k \leq 3 + \sqrt{3}$ E. $2 \leq k \leq 4 + \sqrt{3}$ F. $3 \leq k \leq 5 + \sqrt{3}$



(题 10-11) A 为用轻线吊挂在 O 处的一个摆球, 摆线长为 l 。在 O 点正下方 x 处 ($x < l$) 有一固定钉子 P 。将摆球向左拉到某一不超过 O 点的高度时放手, 即最大摆角 $\theta \leq 90^\circ$ 。当摆球到竖直位置向右摆动时, 钉子就挡住摆线, 结果只有钉子以下部分可继续向右摆。当摆长 l 一定而 x 取不同值时, 钉子 P 阻挡后摆球的运动情况将有所不同。当摆球恰好击中钉子 P 时,



10. 距离 x 与摆线长 l 比值的最小值是

- A. 0.116 B. 0.232 C. 0.348 D. 0.464 E. 0.580 F. 0.696

11. 此时相应摆角 θ 是

- A. 15° B. 30° C. 45° D. 60° E. 75° F. 90°

(题 12-14) 高度为 $2h$ 的物体浮在液体中, 平衡时液体浸到 h 处。物体受到微小干扰后的振动频率 ω 是

- A. $\sqrt{\frac{3g}{h}}$ B. $\sqrt{\frac{g}{h}}$ C. $\sqrt{\frac{3g}{7h}}$ D. $\sqrt{\frac{g}{4h}}$ E. $\sqrt{\frac{3g}{7h}}$ F. $\sqrt{\frac{g}{7h}}$

12. 圆柱体

13. 倒置圆锥体

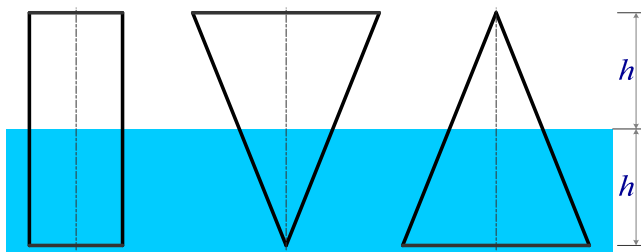
14. 正立圆锥体

(题 15-16) 偏心圆盘绕水平轴 O 以匀角速度 $\omega = 2 \text{ rad/s}$ 作顺时针转动, 使顶杆 AB 沿竖直滑槽上下移动。点 O 在滑槽的轴线上, 圆盘半径 $R = 10 \text{ cm}$, 偏心距 $e = 6 \text{ cm}$ 。当圆心 C 与轴 O 在同一水平线上时顶杆的

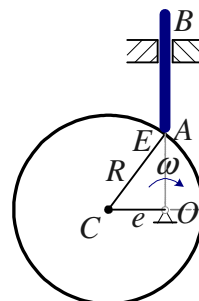
15. 以 cm/s 为单位的速率是

16. 以 cm/s^2 为单位的加速度大小是

- A. 9 B. 12 C. 15 D. 18 E. 21 F. 24



题 12-14



题 15-16

17. (13 分) 已知万有引力常数 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ 、地球的半径 $R = 6,400 \text{ km}$ 和质量 $M = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ 。

(1) 应用通讯卫星位于赤道的上方, 相对于地面静止不动, 在地球上看来犹如静止地挂在高空, 因此亦称为同步卫星。试求同步卫星的周期、高度和速率。

(2) 要在位于北纬 30° 文学家鲁迅的故乡浙江绍兴市的上空维持一颗质量为 m 的同步卫星, 则该卫星的轨道不再以地球中心为圆心, 并要由卫星上的小火箭提供作用力 f 。试求使 f 为最小值时卫星的高度。

提示: 函数 $y = \frac{\sqrt{1+a(1-bx^3)^2}}{x^2}$ 在 $x = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{1+8(1+1/a)^2}-1}{2b}}$ 时为最小值。

18. (13 分) 在长度 $l = 2 \text{ m}$ 和质量 $M = 30 \text{ kg}$ 的车厢内右壁处, 放置一质量 $m = 20 \text{ kg}$ 可视为质点的滑块。向右的水平拉力 $F = 120 \text{ N}$ 作用于车厢, 使之由静止开始运动, 测得车厢在最初 2 s 内移动的距离 $s = 5 \text{ m}$, 且在这段时间内滑块没有和车厢壁发生过碰撞。假定滑块和车厢壁的碰撞是完全弹性的。试求:

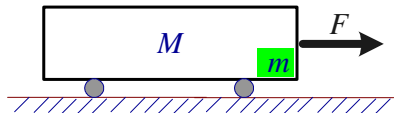
- (1) 车厢开始运动后, 历经滑块和车厢壁发生弹性碰撞, 直至滑块紧贴在车厢壁, 所经历的时间;
 (2) 车厢开始运动后 5.5 s 末, 车厢的速度 v 及位移 s 。

19. (13分)两个带电量都是 Q 的正电荷, 固定放置在到点 O 距离都是 r 的 A 、 B 两点。若在 O 处放置另一质量为 m 和电量为 q 的正电荷, 则由静电学公式: 点电荷 q 与其中一个点电荷 Q 间的排斥力 $F = k \frac{qQ}{r^2}$,

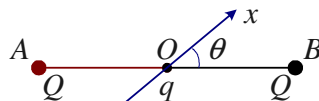
式中 k 为已知静电力恒量。限制点电荷 q 只能在某一方向 x 上运动并以角 θ 表示该方向。试求:

(1) 当电荷 q 在 O 点处于稳定平衡状态时, 角 θ 的取值范围;

(2) 电荷 q 在 x 方向上受扰动后的运动频率 ω 。



题 18



题 19

20. (13分) 在平行的水平轨道上有一个质量为 M 的均匀滚轮, 缠着绳子, 绳子的末端固定着一个质量 $m=1.0\text{kg}$ 的重物。开始时滚轮被按住, 滚轮与重物系统保持不动; 在某一瞬间放开滚轮。过一定的时间后, 滚轮轴心 O 得到恒定的加速度 $a=2.0\text{m/s}^2$ 。假定滚轮同水平轨道没有相对滑动, 试确定此时

(1) 绳子上的张力 T ;

(2) 滚轮的质量 M ;

(3) 滚轮对水平轨道的最小摩擦因子 μ 。

提示: 质量为 m 、半径为 R 的圆盘绕质心轴的转动惯量 $J = mR^2/2$ 。

