

**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**  
**第八屆泛珠三角物理奧林匹克暨中華名校邀請賽 力學基礎試賽題**

(2012年2月2日 9:00-12:00)

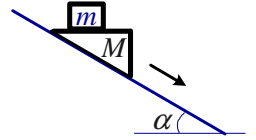
\*\*有需要時,可取  $g=10\text{m/s}^2$ ;  $G=6.67\times 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2$  \*\*

\*\*\* 選擇題 1 至 20(50 分,答案唯一)和簡答題 21 至 24(50 分) 做在答題紙上.\*\*\*

1. 物體A從高度為 $H$ 之處自由落下,同時物體B從地面豎直上拋。兩物體在空中相遇前瞬間,A的速率是B速率的1.5倍。設它們相遇的高度  $h=kH$ , 則係數  $k=$

- A. 7/10      B. 2/3      C. 9/14      D. 5/8      E. 11/18      F. 3/5

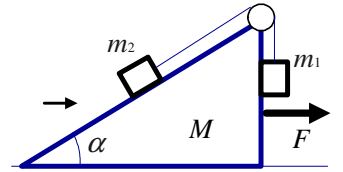
(題 2-3) 質量為  $m$  的物塊相對靜止在質量為  $M$  的三角塊上,系統沿傾角為  $\alpha$  的光滑斜面滑下。在此過程中,物塊  $m$  所受的



2. 支持力  $N=$       3. 靜摩擦力  $f=$

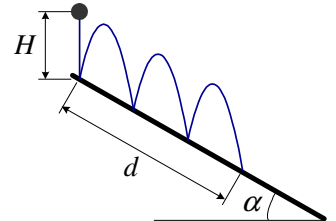
- A.  $mg \cos \alpha$     B.  $mg \cos^2 \alpha$     C.  $mg \sin \alpha \cos \alpha$     D.  $mg \sin^2 \alpha$     E.  $mg \sin \alpha$     F.  $mg$

4. 質量為  $M$  及斜面傾角為  $\alpha$  的三角塊置於光滑的水平地面上,光滑的斜面和豎直面的頂端有一個定滑輪並且用一輕質線跨過滑輪連接質量為  $m_1$  和  $m_2$  兩個滑塊,並且  $m_1 > m_2 \sin \alpha$ 。為了不使滑塊  $m_1$  向下滑動,須對三角塊施加一個水平拉力  $F=k(M+m_1+m_2)g$ , 則係數  $k=$



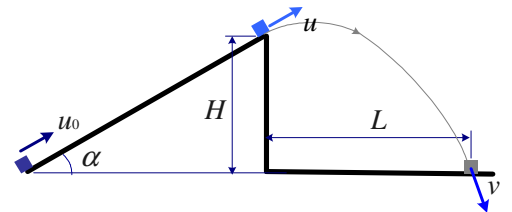
- A.  $\frac{m_1 - m_2 \cos \alpha}{m_1 \sin \alpha}$     B.  $\frac{m_1 - m_2 \sin \alpha}{m_1 \cos \alpha}$     C.  $\frac{m_1 - m_2 \cos \alpha}{m_2 \sin \alpha}$     D.  $\frac{m_1 - m_2 \sin \alpha}{m_2 \cos \alpha}$     E.  $\frac{m_1}{m_2}$     F.  $\frac{m_2}{m_1}$

5. 一個球體由高於斜坡  $H$  的位置自由落下,落到傾角為  $\alpha$  的斜坡上,並反彈數次。若球體與斜坡的接觸是完全彈性碰撞,則第 1 次碰撞到第 4 次碰撞的落點間的距離  $d=$



- A.  $6H \sin \alpha$     B.  $12H \sin \alpha$     C.  $24H \sin \alpha$     D.  $36H \sin \alpha$     E.  $48H \sin \alpha$     F.  $96H \sin \alpha$

(題 6-8) 傾角  $\theta=30^\circ$  斜面上有一個質量  $m=0.5\text{kg}$  的滑塊,以初速度  $u_0=15\text{m/s}$  沿斜面向上滑行,滑塊沿斜面右端邊緣滑出,落在水平地面上。已知斜面右端的高度  $H=6\text{m}$ ,滑塊落地的位置距斜面右端邊緣的水平距離  $L=9\text{m}$ , 則



6. 質點沿斜面右端邊緣滑出的速度  $u \approx$

7. 滑塊落到地面時的速率  $v \approx$

- A. 6.0m/s    B. 6.9m/s    C. 10.2m/s    D. 11.5m/s    E. 13.0m/s    F. 15.0m/s

8. 斜面的滑動摩擦係數  $\mu \approx$

- A. 0.09    B. 0.15    C. 0.21    D. 0.27    E. 0.33    F. 0.39

(題 9-10) 一個物體以 128J 的初動能,從不光滑斜面上的 A 點沿斜面向上滑動,它經過 B 點時,動能減少了 80J,機械能減少了 35J。已知 A、B 間的距離是 5m, 並設起始點 A 為重力勢能的零點, 則

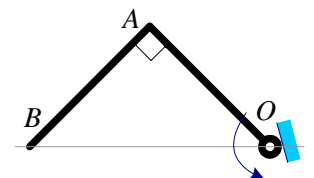
9. 物體運動到最高點 C 時的機械能為

- A. 128J    B. 72J    C. 48J    D. 45J    E. 35J    F. 21J

10. A、C 間的距離為

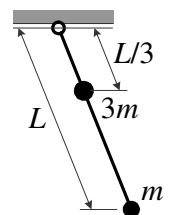
- A. 10m    B. 9m    C. 8m    D. 7m    E. 6m    F. 5m

11. 一個質量  $M=4\text{kg}$  的均勻 L 形直角剛體  $OAB$ ,  $OA=AB=25\text{cm}$ 。剛體的端點 O 掛在光滑支點上,剛體可在垂直面內自由擺動。初始時剛體處於  $OB$  連線是水平的位置。將剛體從該位置放開後,剛體可得到的最大動能  $E_k \approx$



- A. 9.4 J    B. 9.8 J    C. 10.2 J    D. 10.6 J    E. 11.0 J    F. 11.4 J

12. 有一複合擺錘, 剛性錘杆長度為  $L$ , 重量可忽略。杆上端系於天花板上, 另一端系有質量為  $m$  的小球, 錘杆  $L/3$  處另系有質量為  $3m$  的小球。擺錘簡諧振動的固有頻率  $\omega =$



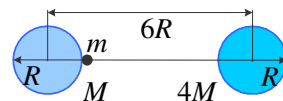
- A.  $g/L$     B.  $7g/6L$     C.  $6g/5L$     D.  $4g/3L$     E.  $10g/7L$     F.  $3g/2L$

13. 太陽系以外的某一行星系統由一個類似太陽的恆星和一個行星組成, 行星的圓形軌道的週期為 123 天。已知太陽-地球距離  $=1$  天文單位(AU)  $=1.5\times 10^{11}\text{m}$ , 則以天文單位表達的恆星-行星之間的距離為

- A. 0.051    B. 0.104    C. 0.166    D. 0.237    E. 0.381    F. 0.484

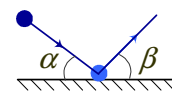
(题 13-15) 两个半径均为  $R$  的均匀球体  $A$  和  $B$ , 质量分别为  $M$  和  $4M$ , 两球中心距离为  $6R$ 。质量为  $m$  的抛射体, 在  $A$  球表面向  $B$  球中心发射。设抛射体从  $A$  球的发射速率为  $v_i = \sqrt{k_i GM/R}$  ( $i=1,2,3$ )。

14. 若抛射体可以到达  $B$  球表面的最小发射速率为  $v_1$ , 则上式中  $k_1 =$   
 15. 若抛射体以最小速率  $v_1$  发射, 到达  $B$  球表面时的速率为  $v_2$ , 则上式中  $k_2 =$   
 16. 若抛射体可以从  $A$  球朝任何方向发射能够逃逸至无限远的速率为  $v_3$ , 则上式中  $k_3 =$



- A. 0.6      B. 1.2      C. 1.8      D. 3.6      E. 5.4      F. 7.2

17. 一个小球与水平面碰撞, 方向与水平面的夹角为  $\alpha$  并且  $\sin\alpha=0.6$ , 小球与水平面的静摩擦系数  $\mu=0.5$ 。如果小球的动能, 碰撞后为碰撞前的  $5/16$ , 则小球反弹的方向与水平面的夹角  $\beta \approx$



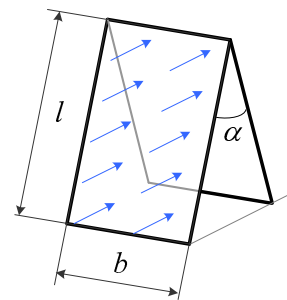
- A.  $53^\circ$       B.  $59^\circ$       C.  $63^\circ$       D.  $27^\circ$       E.  $31^\circ$       F.  $37^\circ$

(题 18-19) 在盛水( $\rho_0=10^3\text{kg/m}^3$ )的容器内把一个边长  $a=10\text{cm}$  的立方铝块( $\rho=2.7\times 10^3\text{kg/m}^3$ ) 放在倾角  $\alpha=30^\circ$  的容器底面上且静止不动, 立方块上边到水面距离  $d=40\text{cm}$ 。若水没有浸透到立方块底面和容器底面之间, 那么

18. 立方块对器底的压力  $P \approx$       19. 立方块与器底之间的静摩擦力  $f \approx$

- A. 5.0N      B. 8.5N      C. 16.7N      D. 33.2N      E. 65.9      F. 96.5N

20. 广告牌由两块均匀金属板组成, 广告牌在顶端以  $\alpha=30^\circ$  的角度连接, 从侧面看仿似倒置的‘V’字。每块金属板的质量  $M=3\text{kg}$  和面积  $A=l \times b=1 \times 0.5\text{m}^2$ 。假设广告牌与地面的摩擦足够强, 令广告牌不致在地面滑行, 而当密度  $\rho=1.2\text{kg/m}^3$  的空气吹向它时, 牌面可以终止空气的任何水平运动。可以把广告牌吹翻的最低风速约为



- A. 7.3m/s      B. 7.6m/s      C. 7.9m/s      D. 8.2m/s      E. 8.5m/s      F. 8.8m/s

21. (11分)

质量为  $2m$  的长板  $AB$  和质量为  $3m$  的圆板  $BC$  静止在光滑水平面上, 长板滑动摩擦系数为  $\mu=0.35$  的上表面和圆板的四分之一光滑圆弧表面相切于  $B$  点。(1) 质量为  $m$  的小滑块在  $A$  点以初速度  $v_0=10\text{m/s}$  沿方板向右滑动, 滑过  $B$  点的速度为  $v=5\text{m/s}$ 。试求此刻方板  $AB$  的速度  $v_L$  和长度  $L$ 。(2) 滑块然后进入圆板, 最终恰好能滑到圆弧  $BC$  上的最高点  $C$ 。试求此刻圆板  $BC$  的速度  $v_R$  和圆弧半径  $R$ 。

22. (13分)

(1) 质量均为  $m=2000\text{kg}$  的两艘飞船, 位于地球表面高度  $h=400\text{km}$  的圆形轨道上, 如图上实线所示。已知地球质量  $M=5.98 \times 10^{24}\text{kg}$  和半径  $R=6.37 \times 10^6\text{m}$ , 试求飞船的速度  $v_0$  和周期  $T_0$ 。(2) 飞船 1 到达轨道上的  $P$  点比较飞船 2 领先  $72\text{s}$ 。飞船 2 试图超越飞船 1, 向前进方向瞬间点火, 于是飞船 2 的速度减少了  $1\%$ 。试求飞船 2 点火减速后瞬时的动能  $E_k$  和势能  $E_p$ 。(3) 在此之后, 如图中虚线所示, 飞船 2 沿椭圆轨道飞行。试求椭圆轨道的半长轴  $a$  和轨道周期  $T$ 。(4) 试求飞船 2 将早于飞船 1 返回轨道上  $P$  点的大约时间  $t$ 。

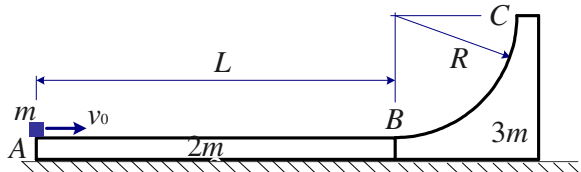
23. (13分)

(1) 一个物理摆由半径  $R=0.1\text{m}$  和质量  $M_R=0.5\text{kg}$  的均匀盘连接到一个长度为  $L=0.5\text{m}$  和质量  $M_L=0.24\text{kg}$  的均匀杆组成。试计算: 钟摆的形心到支点  $O$  的距离  $d$ , 钟摆关于支点  $O$  的转动惯量  $I$  和震荡周期  $T$ 。(2) 一个质量  $m=90\text{g}$  的粒子, 以速度  $v_0=10\text{m/s}$  沿通过圆盘中心的水平线运动。与圆盘碰撞后, 粒子以速度  $v=5\text{m/s}$  反弹, 同时钟摆向上摆动。试计算钟摆受到撞击后, 摆动的角速度  $\omega$  和最大摆动角度  $\theta$ 。

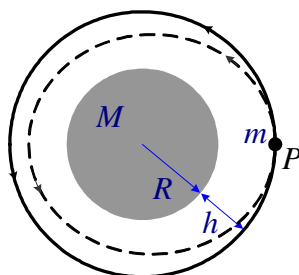
24. (13分)

用绞链悬挂一根长度为  $L$  及密度为  $\rho$  的均匀细木杆, 悬挂端可自由转动但不能移动。

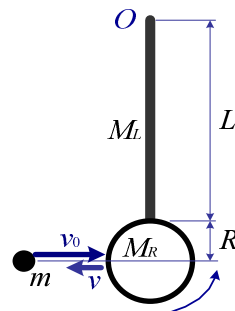
(1) 试求: 当给木杆微小角位移  $\alpha(<5^\circ)$  后的振动频率  $\omega_0$ 。(2) 密度为  $\rho_0$  的液体表面缓慢上升, 木杆逐渐浸入液体中, 杆在液体表面上的部分  $l(L>l>0)$  随之减少。当  $l$  减小到一定长度时, 木杆会出现倾斜现象。试求: 该长度的最大值  $l_{\text{max}}$ 。(3) 若  $l>l_{\text{max}}$ , 并不计液体的阻力。试求: 当给木杆微小角位移  $\alpha(<5^\circ)$  后的振动频率  $\omega$ 。(4) 试说明: 题(1)的结果  $\omega_0$  是题(3)结果  $\omega$  的特殊情况。



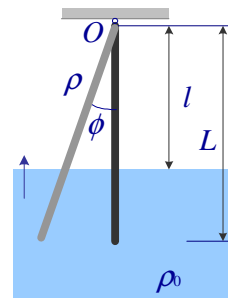
题 21



题 22



题 23



题 24