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

第七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

(2011 年 2 月 10 日 9:00-12:00)

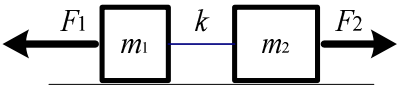
**有需要时,如无说明,取 g=10m/s^2; G=6.67×10^{-11}Nm^2/kg^2. **

*** 选择题 1 至 16(48 分,答案唯一)和简答题 17 至 20(52 分),做在答题纸上.***

1. 一位观察者站在静止的列车第一节车厢的前端。当列车以等加速度开动时，第一节车厢经过其旁需 5s，则第十节车厢经过其旁的时间大约是

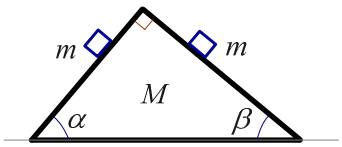
A. 1.18s　B. 1.07s　C. 0.98s　D. 0.91s　E. 0.86s　F. 0.81s

2. 如图所示，两个用轻线相连的位于光滑水平面上的物块，质量分别为 m_1 和 m_2，拉力 F_1 和 F_2 方向相反，与刚度系数为 k 的轻线沿同一水平直线运动，且 $F_1>F_2$。在两个物块运动过程中轻线的伸长 x 为



A. $\dfrac{F_1m_1+F_2m_2}{k|m_1-m_2|}$　B. $\dfrac{F_1m_1+F_2m_2}{k(m_1+m_2)}$　C. $\dfrac{|F_1m_1-F_2m_2|}{k(m_1+m_2)}$　D. $\dfrac{|F_1m_2-F_2m_1|}{k(m_1+m_2)}$　E. $\dfrac{F_1m_2+F_2m_1}{k(m_1+m_2)}$　F. $\dfrac{F_1m_2+F_2m_1}{k|m_1-m_2|}$

3. 如图所示，一质量为 M 的三角形木块放在水平桌面上，它的顶角为 90^0，两底角为α和β，两个质量均为 m 的小木块位于两侧斜面上。已知所有接触面都是光滑的。现发现两小木块沿斜面下滑，而模形木块静止不动，这时三角形木块对水平桌面的压力等于



A. Mg　B. $2mg$　C. $Mg+2mg$　D. $Mg+mg$　E. $Mg+mg(\sin\alpha+\sin\beta)$　F. $Mg+mg(\cos\alpha+\cos\beta)$

(题 4-5) 一个倾角为α的固定斜面上，在斜面底部有一小物块。现给物块一个沿斜面初速率 v_1 与使它沿斜面向上滑动，经过时间 t_1 到达最高点，之后它又自动滑回到底部，此时物体的末速率为 v_2，所用时间为 t_2。若物体与斜面间的滑动摩擦系数为μ，则

4. t_1: t_2 为　　**5.** v_1: v_2 为

A. $\dfrac{\sin\alpha+\mu\cos\alpha}{\sin\alpha-\mu\cos\alpha}$　B. $\sqrt{\dfrac{\sin\alpha+\mu\cos\alpha}{\sin\alpha-\mu\cos\alpha}}$　C. $\sqrt{\dfrac{\sin\alpha-\mu\cos\alpha}{\sin\alpha+\mu\cos\alpha}}$　D. $\dfrac{\sin\alpha-\mu\cos\alpha}{\sin\alpha+\mu\cos\alpha}$　E. $\sqrt{\dfrac{\sin\alpha}{\mu\cos\alpha}}$　F. $\sqrt{\dfrac{\cos\alpha}{\mu\sin\alpha}}$

6. 质量 m=10kg 的物体在水平推力 F=200N 作用下，从不光滑斜面的底端由静止开始沿固定不动的斜面运动，斜面的倾角为θ 且 sinθ=0.6 及 cosθ=0.8。力 F 作用 2s 时间后撤去，物体在斜面上继续滑行 1.25s 时间后，速度减为零。此后物体下滑回斜面底端所用的时间 t 约为

A. 2.85s　B. 2.70s　C. 2.55s　D. 2.40s　E. 2.25s　F.2.10s

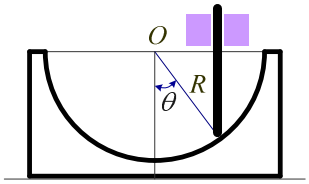
7. 已知地球质量 M=6.4×10^{24}kg 和半径 R = 6,400km，则同步通信卫星在赤道上方的高度(km) 约为

A. 43,200　B. 36,800　C. 30,400　D. 10,720　E.4,320　F. 3,680

8. 太阳光线在春分日与地球赤道平面平行。某颗同步卫星正下方的地球表面上有一观察者，在春分这一天用天文望远镜观察到被太阳光照射的该卫星。不考虑大气对光的折射作用，则观察者从日落起直到恰好看不见卫星，所经历的时间(小时 hour)大约为

A. 3.21　B. 4.32　C. 5.43　D. 6.54　E. 7.65　F. 8.76

(题 9-10) 在光滑水平面上放置一个质量为 2m 和半径为 R=0.5m 的光滑半球形碗。在半球形碗上搁置一根质量为 m 的竖直杆，此杆只能沿竖直方向运动，如图所示。开始时竖直杆下端正好和碗的半球面上边缘接触，然后从静止释放杆，杆和碗开始运动。若某瞬时杆的位置θ=60^0，则



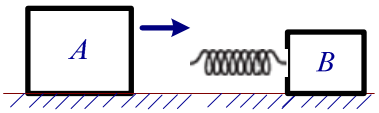
9. 杆下端沿半球形碗表面滑动的向心加速度(m/s^2)为

A. $\sqrt{3}$　　B. 2　　C. $2\sqrt{3}$　　D. 4　　E. $4\sqrt{3}$　　F. 8

10. 半球形碗和竖直杆运动的速度(m/s)分别为

A. 1 和 $\sqrt{3}$　　B. 2 和 $\sqrt{3}$　　C. 2 和 $2\sqrt{3}$　　D. $\sqrt{3}$ 和 1　　E. $\sqrt{3}$ 和 2　　F. $2\sqrt{3}$ 和 2

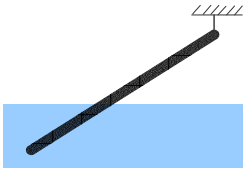
11. 在光滑水平面上放置一个质量为 M 和动能为 E 的运动物体 A，另有一个质量为 m 和侧面固定有刚性系数为 k 轻质弹簧的静止物体 B。若物体 A 撞向弹簧并推动物体 B 并且在相互作用过程中没有能量损耗，则在相互作用过程中弹簧的最大压缩量是



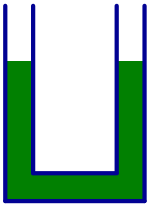
A. $\sqrt{\dfrac{Em}{2k(M+m)}}$　　B. $\sqrt{\dfrac{Em}{k(M+m)}}$　　C. $\sqrt{\dfrac{2Em}{k(M+m)}}$　　D. $\sqrt{\dfrac{EM}{2k(M+m)}}$　　E. $\sqrt{\dfrac{EM}{k(M+m)}}$　　F. $\sqrt{\dfrac{2EM}{k(M+m)}}$

12. 一端悬挂的均匀杆，部分浸在水中。若杆密度是水密度的 5/9，则平衡时杆在水面上的部分为杆长的

A. 0　　B. 0.25　　C. 0.33　　D. 0.5　　E. 0.67　　F. 0.75



13. 一个内半径为 r 的 U 型圆玻璃管内装有体积为 V 的液体。若液体可在管内无摩擦地流动，则振荡频率ω为

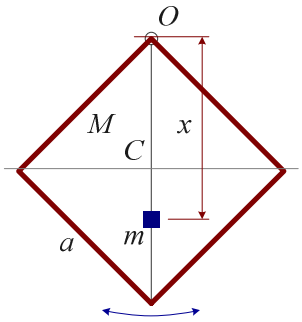


A. $r\sqrt{\dfrac{g}{V}}$　　B. $r\sqrt{\dfrac{\pi g}{V}}$　　C. $r\sqrt{\dfrac{2g}{V}}$　　D. $r\sqrt{\dfrac{2\pi g}{V}}$　　E. $r\sqrt{\dfrac{3g}{V}}$　　F. $r\sqrt{\dfrac{3\pi g}{V}}$

14. 飞机在空中以速度 u=200m/s 水平飞行，放出频率 f_0=2,000Hz 的声波。静止在地面上的观察者测定飞机发出的声波的频率：当飞机越过观察者的头顶时，观察者在 4s 内测出的频率由 f_1=2,400Hz 降为 f_2=1,600Hz。已知声波在空气中的传播速度 v=330m/s，则飞机的飞行高度约为

A. 750m　　B. 860m　　C. 970m　　D. 1,080m　　E. 1,190m　　F. 1,300m

15. 已知一个质量为 M、边长为 a 的均匀薄正方形板，方板对穿过板中心 C 的垂直轴的转动惯量为 $Ma^2/6$。固定它的一个角点，使板竖直悬挂，板在自身的重力作用下，在自己的平面内摆动。在穿过板的固定角点的对角在线(除去转动轴处位置)贴上一个质量为 m 的质点，板的运动没有发生变化。该质点的位置 x=



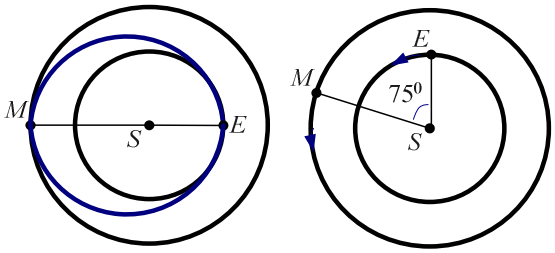
A. $\dfrac{2\sqrt{2}}{3}a$　　B. $\dfrac{\sqrt{2}}{2}a$　　C. $\dfrac{\sqrt{2}}{3}a$　　D. $\dfrac{4}{3}a$　　E. a　　F. $\dfrac{2}{3}a$

16. 若一个质量为 M，截面半径为 R 的均匀圆柱体静止放到一个以匀速 v 向右前进的水平运输带上面，圆柱体的轴线水平并且与 v 的方向垂直。考虑摩擦力，那么圆柱体的最终速度及方向是

A. v 向右　　B. v 向左　　C. $\dfrac{v}{2}$ 向右　　D. $\dfrac{v}{2}$ 向左　　E. $\dfrac{v}{3}$ 向右　　F. $\dfrac{v}{3}$ 向左

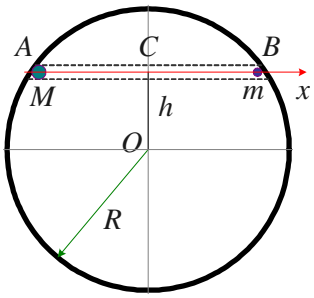
17. (10 分)

(1) 要启动一个从地球(Earth)去火星(Mars)的太空船，物理学家认为最好的办法是:如左图所示，把太空船放在围绕太阳(Sun)的转移轨道，这是一个最近点与相切地球的轨道和最远点与相切火星的椭圆形轨道。 已知火星的公转周期为 1.88 年，试计算太空船由地球到达火星所需要的时间(天)。



(2) 在某年 9 月 1 日零时测得太空船与火星之间的角距离为 75^0，如右图所示。试确定应该在何年何月何日点燃宇宙飞船上的火箭发动机方能使宇宙飞船沿椭圆形轨道恰好落在火星表面。

18. (14 分) 沿半径为 R 的地球的一条弦 AB 挖一条光滑通道。

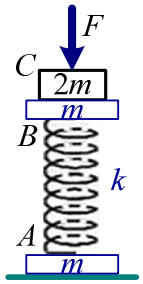


(1) 试描述质量为 m 的物体在 AB 弦的中心点 C 附近的运动情况。

(若有需要，可将某一个描述该运动的物理量写成以 g、R 表达的形式。)

(2) 有人提出了不用火箭发射人造地球卫星的设想：在通道的两个出口处 A 和 B，分别将质量为 M 的物体和质量为 m 的待发射卫星同时自由释放，只要质量 M 比 m 足够大，弹性碰撞后质量为 m 的卫星就会从通道口 B 冲出通道；设发射卫星上有一种装置，在卫星刚离开出口 B 时，立刻把速度方向变为沿该处地球切线的方向，但是不改变速度的大小。这样发射卫星便有可能绕地心运动，成为一颗人造地球卫星。若人造卫星沿地球表面绕地心 O 做匀速圆周运动，试求地心到该通道的距离与地球半径的之比 h/R。(写成 M、m 的表达式。)

19. (14 分) 质量均为 m 的 A、B 两板中间固连一刚度为 k 的弹簧，A 板放置在水平地面上，B 板上放有一个质量为 $2m$ 的物块 C。现用力将物块 C 和板 B 下压一段距离并使 A、B、C 与弹簧均仍为静止，此时力的大小为 F。在突然将力 F 撤掉后，物块 C 和板 B 弹回时弹簧刚好能将板 A 提离地面。试求: (1) 当物块 C 和板 B 固连在一起时，力 F 的值。

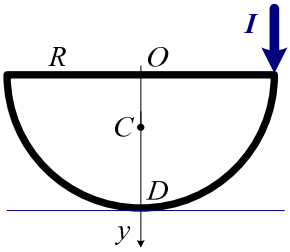


(2) 当物块C和板B不固连在一起时，

(a) 力F的值； (b) 与突然将力F撤掉时的位置相比，物块C上升的最大高度H。

20. (14 分) 一个质量为 m 和半径为 R 的均匀半圆盘放在粗糙水平地面上，与地面的接触点为 D。试求

(1) 半圆盘的质心 C 位置 y_C。

(2) 半圆盘相对于垂直于半圆盘面并穿过接触点 D 的轴线的转动惯量 J_D。

(3) 能使盘反转的冲量最小值 I_m。若有一冲量 I 突然作用于半圆盘的边缘。之后盘作纯滚动，并一直保持和地面接触。(结果 写成含参量 R、m、g、π 及其用分式、根号等运算连接的精确表达式；也可写成包括小数的 R、m、g 的表达式。)