

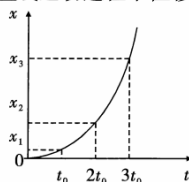
考生注意:

1. 本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。
2. 考生作答时,请将答案答在答题卡上。必须在题号所指示的答题区域作答,超出答题区域书写的答案无效,在试题卷、草稿纸上答题无效。

一、单项选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

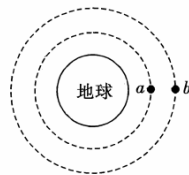
1. 医学中常用放射性核素 $^{131}_{53}\text{I}$ 对甲亢患者进行治疗,其原理是 $^{131}_{53}\text{I}$ 被甲状腺摄取后发生衰变,生成粒子 M 和 $^{131}_{54}\text{Xe}$,破坏甲状腺滤泡细胞,达到治疗甲亢的目的。已知 $^{131}_{53}\text{I}$ 的半衰期为 8 天。则下列说法正确的是
 - A. 20 个 $^{131}_{53}\text{I}$ 原子核经过 8 天后剩余 10 个未衰变
 - B. $^{131}_{53}\text{I}$ 的衰变属于 β 衰变
 - C. $^{131}_{54}\text{Xe}$ 的结合能小于 $^{131}_{53}\text{I}$ 的结合能
 - D. $^{131}_{54}\text{Xe}$ 的比结合能小于 $^{131}_{53}\text{I}$ 的比结合能

2. 2021 年 7 月,我国自主研发成功了世界首套设计时速达 600 公里的高速磁浮交通系统,取得重大创新突破。如图为高速磁浮列车从站台由静止开始做匀加速直线运动过程中位移与时间的关系,则下列说法正确的是



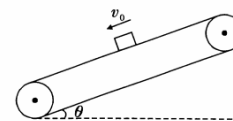
- A. $x_1 : x_2 : x_3 = 1 : 3 : 5$
- B. $x_1 : x_2 : x_3 = 1 : 4 : 9$
- C. $a = \frac{x_2 - x_1}{t_0^2}$
- D. $a = \frac{x_3 - x_1}{2t_0^2}$

3. 2020 年 6 月 23 日,第 55 颗北斗导航卫星发射成功,标志着我国完成了北斗三号全球卫星导航系统星座部署。如图,北斗导航系统中的两颗卫星 a、b 与地心在同一直线上。卫星 a 的运行周期为 T,卫星 b 为地球同步卫星。已知地球质量为 M、半径为 R、地球自转周期为 T_0 ,万有引力常量为 G,则下列说法正确的是



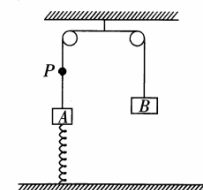
- A. 卫星 a 和 b 下次相距最近还需经过 $\frac{TT_0}{T_0 - T}$
- B. 卫星 a 的运行速度大于 7.9 km/s
- C. 卫星 b 距地面高度为 $\sqrt[3]{\frac{GMT_0^2}{4\pi^2}}$
- D. 卫星 a 的机械能小于卫星 b 的机械能

4. 如图所示,足够长的传送带与水平面的夹角为 θ ,当传送带静止时,一小木块以一定初速度从传送带的顶端沿着传送带向下做匀减速运动,当物块的速度大小减小至 v_0 时,传送带突然启动沿顺时针方向做匀加速运动,下列判断正确的是



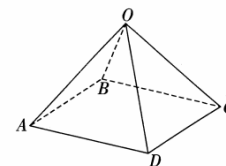
- A. 启动传送带后物块的加速度大小一定始终不变
- B. 物块在运动过程中所受摩擦力可能为 0
- C. 若物块与传送带能够共速,则共速后物块一定和传送带相对静止
- D. 物块在运动过程中所受摩擦力的方向可能沿传送带向下

5. 如图所示,质量为 m 的物体 A 下端连接着固定在地面上的竖直轻质弹簧,上端通过绕过定滑轮的轻质细绳连接着质量为 2m 的物体 B,整个系统处于静止状态。已知轻质弹簧的劲度系数为 k,重力加速度为 g,不计空气阻力及一切摩擦。现将细绳从 P 处剪断,下列说法正确的是



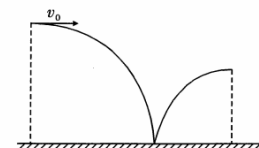
- A. 剪断绳的瞬间,A 的加速度大小为 g
- B. 剪断绳后,A 做简谐运动的振幅为 $\frac{mg}{k}$
- C. 剪断绳后,A 从图示位置运动到最低点的过程中,重力的瞬时功率一直增加
- D. 剪断绳后,A 从图示位置运动到最低点的过程中,机械能先增加后减小

6. 如图所示的正四棱锥 O-ABCD 中,各棱长均为 2 m,处于匀强电场的空间中。其中电场方向与平面 ABCD 平行,已知 A、B 及 O 点的电势分别为 2 V、6 V 及 4 V。则下列说法正确的是



- A. 电场方向 A 指向 C
- B. 电场强度大小为 4 V/m
- C. 该正四棱锥外接球面上的电势最低值为 1 V
- D. 将电子从 O 点移到 D 点,电势能增加 2 eV

7. 小明同学在某次实心球练习时,将质量为 0.5 kg 的球以 7 m/s 的速度从 1.25 m 高处水平抛出,球在碰地反弹后继续运动至最高点,此时距地面的高度为 0.2 m,速度为 3 m/s。不计空气阻力,假设球始终在同一竖直面内运动,与地面的作用时间为 0.1 s。则球在碰地过程中,地面给球的平均作用力大小为



- A. 20 N
- B. 40 N
- C. $20\sqrt{5}$ N
- D. 60 N

二、多项选择题:本题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有错选的得 0 分。

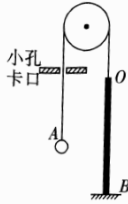
8. 下列关于光的现象中属于光的全反射的现象的是

- A. 雨后彩虹
- B. 水中的气泡看起来特别明亮
- C. 雨后路面上的油膜形成的彩色条纹
- D. 重庆炎热的夏天常看着公路上有水,其实又没有水的现象

12. (9分)小开把一个利用单摆原理制成的摆钟搬上山后发现,在山下走得很准的摆钟现在恰好每30分钟就会慢1秒,说明书上有言:本摆钟每摆一个周期,计时2秒。

- (1)现在摆钟摆动周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ s;
 (2)为了让摆钟重新走准,应将摆长 l 调 Δl (填“长”或“短”),调整量 Δl 与原摆长 l 的比值更接近于()
 A. 1/700 B. 1/800 C. 1/900 D. 1/1000

(3)该类摆钟在不同地理位置都可能出现“走不准”的情况,为了让不懂物理的人士都能方便快捷的重新调准,小开设计了如下单摆装置:劲度系数为 k 的轻质弹性细绳 OB 两端分别与地面、不可伸长的轻质细绳 OA 固连;细绳 OA 跨过光滑定滑轮后,穿过一小孔卡口, A 端连一质量为 m 的小球;弹性绳 OB 始终在定滑轮右侧。



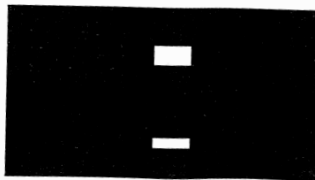
用水平板托住小球上下移动,当 OA 、 OB 两绳都竖直且刚好伸直时,记录下小球球心位置为 P 点;释放小球,移动小孔卡口到 P 点并固定(小孔可打开、闭合,用以释放、卡死摆线 OA)。

该摆钟位于任意地理位置调准时,只需让小球停摆,打开小孔释放摆线 OA 、待小球静止时闭合小孔卡死摆线 OA 、让小球重新摆起来即可。

为了使该摆钟摆动周期始终为2秒, m 与 k 的比值应设定为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

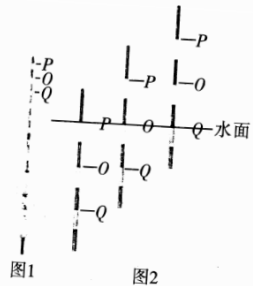
13. (10分)如图所示,一个开口向下有一定质量的圆柱形薄金属杯,长度为 L ,底面积为 S ,保持杯口竖直向下,由空气中缓慢压至水中 I 位置,恰好能处于悬浮状态,杯中空气柱的长度为 $\frac{L}{2}$ 。现在在杯底施加一个瞬时向下的压力后,金属杯加速下沉至水底,稳定后杯中空气柱长度为 $\frac{L}{4}$ 。已知金属杯下沉至水底后,杯口与湖底存在细微缝隙;水的密度为 ρ ,忽略水的密度随深度的变化;重力加速度为 g ,大气压强为 p_0 ,空气中温度恒为 T_1 ,水中温度恒为 T_2 。

- (1)求金属杯在位置 I 时杯内外液面高度差 h_1 ;
 (2)已知金属杯在水底时杯内外的液面高度差为 h_2 , $h_2 \gg L$ 。从空气中取体积为 V 的气体缓慢充入杯内,恰能使杯上浮,求体积 V 。



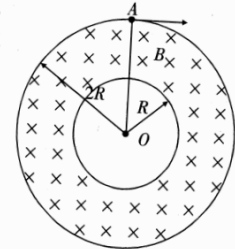
9. 钓鱼可以修身养性、陶冶情操,“钓鱼”可以兼得,而鱼漂是常用钓具。某鱼漂的示意图如图1所示,鱼漂上部为粗细均匀的圆柱体, O 、 P 、 Q 为鱼漂上的三个点。在静水中,当鱼漂静止时,水面恰好过点 O ,某鱼咬钩后将鱼漂向下拉了一下,使点 P 刚好到达水面,但鱼随后脱钩,鱼漂便竖直上下运动,鱼漂上升到最高处时, Q 点到达水面,如图2所示。不计水的阻力,在鱼脱钩后的鱼漂竖直上下运动过程中,取 P 点位于水面时为 $t=0$ 时刻,鱼漂的加速度大小为 a_1 , $t=t_1$ 时刻,鱼漂 O 点第一次到水面, $t=0$ 到 $t=t_1$ 时间内,鱼漂运动的平均速度大小为 \bar{v}_1 ; $t=t_2$ 时刻,鱼漂 Q 点第一次到水面,鱼漂的加速度大小为 a_2 , $t=0$ 到 $t=t_2$ 时间内,鱼漂运动的平均速度大小为 \bar{v}_2 。下列说法正确的是

- A. $a_1 = a_2$ B. $2a_1 = a_2$ C. $\bar{v}_1 = \bar{v}_2$ D. $2\bar{v}_1 = \bar{v}_2$



10. 如图所示,半径分别为 R 和 $2R$ 的同心圆处于同一平面内, O 为圆心。两圆形成的圆环内(含边界)有垂直圆面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B 。一质量为 m 、电荷量为 $-q$ ($q > 0$) 的粒子由大圆上的 A 点以速率 v 沿大圆切线方向进入磁场,粒子仅在磁场中运动,不计粒子的重力,则粒子运动速率 v 可能为

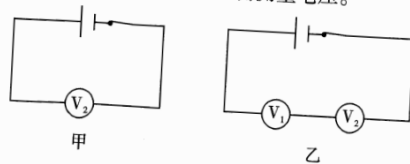
- A. $\frac{qBR}{4m}$ B. $\frac{5qBR}{4m}$
 C. $\frac{3qBR}{2m}$ D. $\frac{7qBR}{4m}$



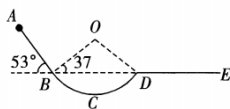
三、非选择题:共57分。

11. (7分)老师给了小南同学一只电压表 V_1 ,并交代:该表示数偏大;但若改变被测电压,测量值和真实值呈正比变化关系。小南想了想,通过如下步骤把它改准:

- (1)如图甲,用内阻为 3000Ω 的标准电压表 V_2 ,连在内阻不计的电池两端, V_2 表示数为 1.5 V ;
 (2)如图乙,将 V_1 、 V_2 表串联后,再次连在同一电池两端, V_1 、 V_2 表示数分别为 0.6 V 和 1 V ;
 (3)可计算得 V_1 表内阻为 $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$;
 (4)可在 V_1 表外 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“串”或“并”)联一个阻值为 $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 的定值电阻 R ,将 V_1 表和 R 整体视为改好的新表即可准确测量电压。

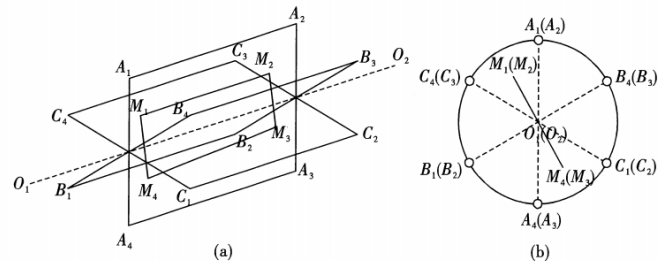


14. (13分)第24届冬季奥林匹克运动会已在中国北京成功举办,其中滑雪项目是一项有极大观赏性的运动。某滑雪训练场地由两部分组成,AB是倾角为 53° 、长度 $L=10\text{ m}$ 的助滑坡区,BCD是半径为 $R=10\text{ m}$ 的圆弧过渡区, O 为圆心, C 为最低点, $\angle OBD = \angle ODB = 37^\circ$, DE 是足够长的水平面,如图所示。某运动员(含装备)质量为 60 kg ,从 A 点由静止开始出发进入助滑区,并用滑雪杆助滑,过 B 点后自由滑行,到达过渡区最低点 C 时速度大小为 20 m/s ,不计所有阻力,运动员可视为质点,已知 $\sin 53^\circ = 0.8$,取 $g = 10\text{ m/s}^2$ 。求:
- (1)运动员在过渡区最低点 C 时对场地压力;
 - (2)运动员在助滑区助滑过程中至少需要消耗的体能 E ;
 - (3)运动员离开 D 点后距水平面 DE 的最大高度。

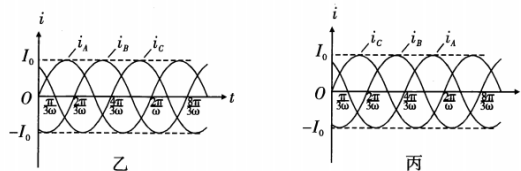


15. (18分)新能源电动汽车越来越受到人们的青睐,其核心关键部分之一就是电动机。某型号电动汽车的电动机结构简化如图甲: $A_1A_2A_3A_4$ 、 $B_1B_2B_3B_4$ 、 $C_1C_2C_3C_4$ 为三个完全相同、彼此绝缘、互成 60° 且有以 O_1O_2 为公共对称轴的固定矩形线圈,构成定子;在定子内部有很多个完全相同的矩形线圈(图中只画了 $M_1M_2M_3M_4$ 一个),这些矩形线圈排列类似于定子的三个固定线圈,都以 O_1O_2 为公共对称轴、彼此绝缘且紧密排列在绕 O_1O_2 轴 360° 范围内固连在一起,构成转子,可绕 O_1O_2 自由转动。转子通过 O_1O_2 轴上的齿轮等机械构件与汽车车轮实现联动,当转子所受磁场力为其转动的动力或阻力时,汽车也会同时受到相应的牵引力或阻力 λF (F 为此时转子中,磁通量为0那个矩形线圈平行于 O_1O_2 轴的“一条”边受的磁场力)。现在三个固定矩形线圈中分别通以图乙所示交流电 i_A 、 i_B 、 i_C ,图中所标量均为已知,电流分别沿 A_1A_2 、 B_1B_2 、 C_1C_2 为正向。单个固定线圈通电 i 后在其中心处产生磁场,磁感应强度大小满足 $B = ki$, k 和 λ 均为定值。

- (1)试通过定量计算,描述线圈中心处磁感应强度 B 的大小、方向变化情况;
- (2)设转子线圈完全处于(1)所述磁场中,已知线圈 $M_1M_2M_3M_4$ 电阻为 r , M_1M_2 长为 L_1 , M_3M_4 长为 L_2 ;当质量为 m 的汽车受恒定阻力 f 且以 v 匀速行驶时,求转子线圈绕 O_1O_2 轴转动的角速度;
- (3)如(1)(2)所述情况下,驾驶员突然踩刹车,三个固定线圈中电流立刻变为丙图所示,汽车经历时间 t 停下;若任意时刻转子中所有线圈平行于 O_1O_2 轴的“一条”边受的磁场力大小之和为 δF ,求:汽车整个刹车过程中,所有转子线圈正、反向流过电量绝对值之和。



甲



乙

丙