2022 北京房山高三二模

物　　理

第一部分（选择题共 42 分）

一、单项选择题（本部分共 14 小题，在每小题列出的四个选项中只有一个是符合题意的。每小题 3 分，共 42 分。）

1. 关于热现象，下列说法正确　是（　　）

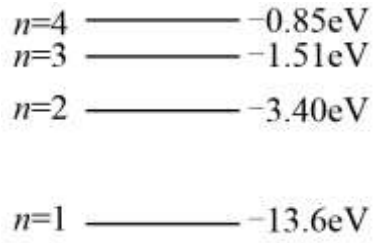
A. 机械能可以全部转化为内能，而内能无法全部用来做功以转换成机械能

B. 当分子间距离增大时，分子间作用力减小，分子势能增大

C. 单位时间内气体分子对容器壁单位面积上的碰撞次数减少，气体的压强一定减小

D. 已知阿伏伽德罗常数、气体的摩尔质量和密度，可估算该种气体分子体积的大小

2. 如图所示为氢原子的能级结构示意图，一群氢原子处于 $n=3$ 的激发态，在向较低能级跃迁的过程中向外辐射出光子，用这些光子照射逸出功为 2.49eV 的金属钠。下列说法正确的是（　　）



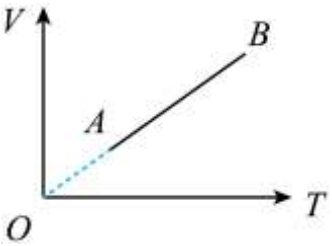
A. 从 $n=3$ 向 $n=2$ 跃迁辐射的光子的波长最短

B. 氢原子辐射光子后电子绕核运动的动能减小

C. 能让金属钠发生光电效应的光只有一种

D. 金属钠表面所发出的光电子的最大初动能是 9.60eV

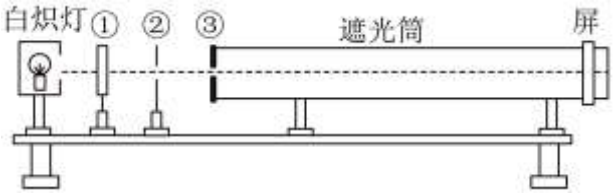
3. 一定质量的理想气体从状态 A 变化到状态 B，它的体积 V 随热力学温度 T 的变化关系如图所示。在这个过程中（　　）



A. 气体压强不断变大　　B. 气体从外界吸收热量

C 外界对气体做功　　D. 气体内能保持不变

4. 利用如图所示的装置研究双缝干涉现象并测量光的波长时，下列说法中不正确的是（　　）



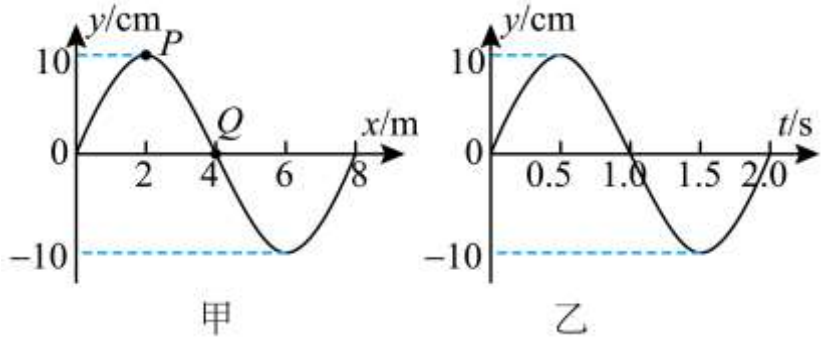
A. 实验装置中的①②③元件分别为滤光片、单缝、双缝

B. 将绿色滤光片换成红色滤光片，干涉条纹间距变大

C. 将单缝向双缝移动一小段距离后，干涉条纹间距不变

D. 减小实验中的双缝间距，目镜中的条纹数会增加

5. 图甲为一列简谐横波在 t=1.0s 时的波形图，P 是平衡位置为 x=2m 处的质点，Q 是平衡位置为 x=4m 处的质点，图乙为质点 Q 的振动图像。下列判断正确的是（　　）



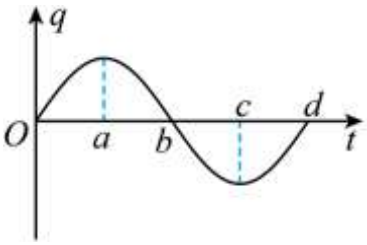
A. 该波沿 x 轴负方向传播

B. t=1.5s 时，质点 P 的位移达到负向最大

C. t=1.5s 时，质点 Q 的回复力方向沿 y 轴负方向

D. 这列简谐波的波速为 8m/s

6. 如图所示为 LC 振荡电路中电容器的极板带电荷量 q 随时间 t 变化曲线，则下列判断正确的是（　　）



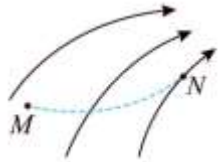
A. 在 b 和 d 时刻，电路中电流　零

B. 在 $O\rightarrow a$ 时间内，电场能转变为磁场能

C. 在 a 和 c 时刻，电路里的能量全部储存在电容器的电场中

D. 在 $O\rightarrow a$ 和 $c\rightarrow d$ 时间内，电容器被充电

7. 某静电场中的电场线如图实线所示，带电粒子在电场中仅受静电力作用，其运动轨迹如图中虚线所示，由 M 运动到 N，下列说法正确的是（　　）



A. 粒子必定带负电　　B. 粒子在 *M* 点的动能小于在 *N* 点的动能

C. 粒子在 *M* 点的加速度大于在 *N* 点的加速度　　D. 粒子在 *M* 点的电势能小于在 *N* 点的电势能

8. 2022 年 3 月 23 日 15 时 40 分，中国航天“天宫课堂”第二课开课了，这次在距离地面约 400km 的中国载人空间站“天宫”上进行了太空科学探究。授课期间，航天员演示了“水油分离实验”和“太空抛物实验”等，下列说法正确的是（　　）



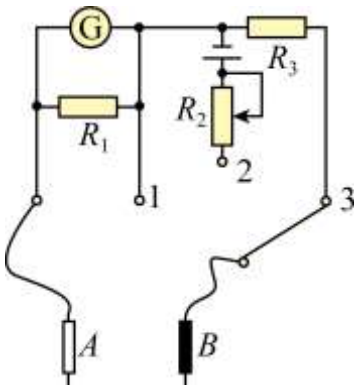
A. 在“天宫”中水和油因为没有受到地球引力而处于漂浮状态

B. “天宫”的运行速度介于第一宇宙速度与第二宇宙速度之间

C. 在“天宫”中做“太空抛物实验”时冰墩墩被抛出后做平抛运动

D. 利用密度不同，“天宫”中让水和油的混合物做圆周运动能使水和油分离

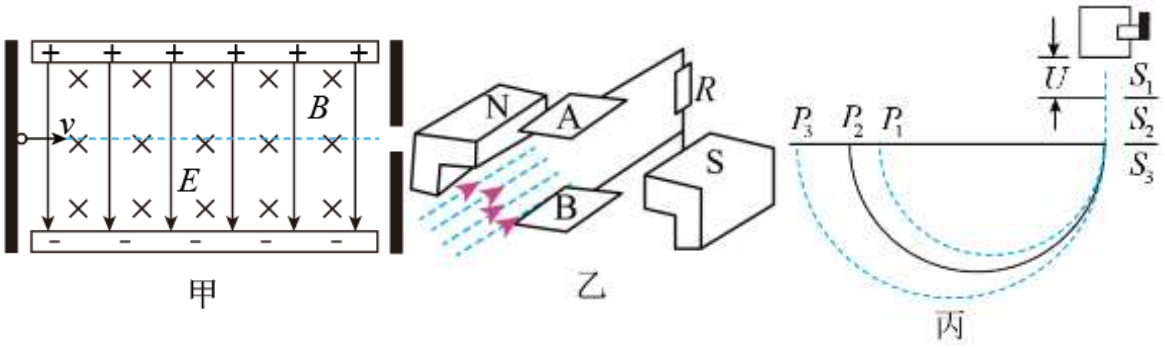
9. 图为某多用电表的简化电路图，表头 G 电阻 $R_g=30\Omega$，满偏电流 $I_g=1\text{mA}$，滑动变阻器 R_2 最大阻值为 10kΩ，定值电阻 $R_1=0.05\Omega$，$R_3=2970\Omega$，电源电动势 *E*=3V，内阻可忽略。下列说法正确的是（　　）

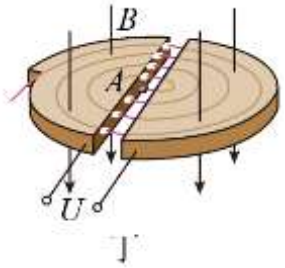


A. 当选择开关接 1 时，测量的是电压　　B. 当选择开关接 2 时，测量的是电阻

C. 当选择开关接 3 时，测量的是电流　　D. 测量时，电流是由 A 表笔流出，B 表笔流入

10. 关于以下四幅课本中的插图，下列说法正确的是（　　）





A. 图甲是速度选择器示意图，若不计粒子重力，由图可以判断出带电粒子的电性

B. 图乙是磁流体发电机结构示意图，由图可以判断出 A 极板是发电机的正极

C. 图丙是质谱仪结构示意图，打在底片上的位置越靠近入射点，粒子的比荷越大

D. 图丁是回旋加速器示意图，若仅增加电压 U，可增大粒子飞出加速器时　动能

11. 图甲为一男士站立在与水平成一定角度的自动人行道（可看作斜面）上匀速上楼，图乙为一女士站在自动扶梯（可看作台阶）上匀速上楼。关于两人受力以及做功情况，下列说法正确的是（　　）



A. 图甲中支持力对男士不做功

B. 图乙中摩擦力对女士做负功

C. 图乙中支持力对女士不做功

D. 男士受到自动人行道的作用力和女士受到自动扶梯的作用力方向不相同

12. 2022 年 2 月北京举办了第 24 届冬季奥运会，苏翊鸣夺得男子单板滑雪大跳台项目金牌，成为中国首个单板滑雪奥运冠军。图甲是一观众用手机连拍功能拍摄苏翊鸣从起跳到落地　全过程的合成图。图乙为首钢滑雪大跳台的赛道的示意图，分为助滑区、起跳台、着陆坡和终点四个部分，运动员从一百多米的助滑跑道滑下，腾空高度平均可达 7m，落地前的速度与着陆坡之间有一定的夹角。以下说法正确的是（　　）



甲　　乙

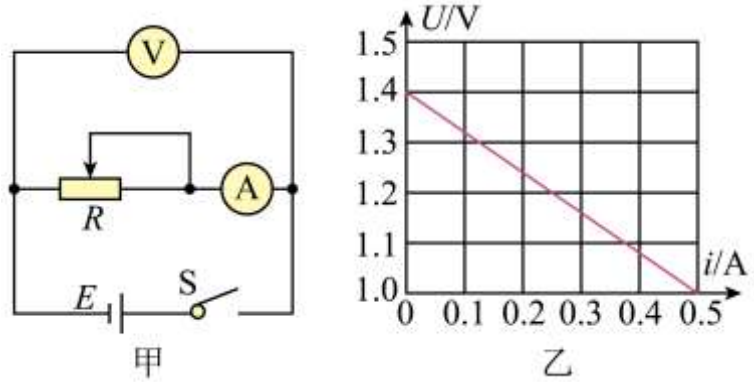
A. 运动员由于与着陆坡作用时间短，所以不会受伤

B. 运动员由于受到空气阻力，机械能减少，速度降低，所以不会受伤

C. 适当增加着陆坡与水平方向的倾角可以减小运动员受到的撞击力，增加安全性

D. 运动员落到着陆坡时，由于运动员动量变化量小，所以受到的撞击力小

13. 用电流表和电压表测量一节干电池的电动势和内阻，电路图如图甲所示，由实验中测得的数据描绘的图像如图乙所示，以下说法正确的是（　　）



甲　　乙

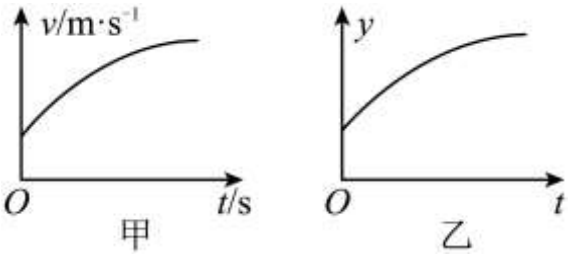
A. 电池的电动势约为 1.4V，内阻约为 2.8Ω

B. 考虑电表内阻对实验的影响，由图甲可知，误差来源于电压表有分流作用

C. 滑动变阻器滑片滑至最左端时，流过电流表的电流为 0.5A

D. 考虑电表内阻对实验的影响，由图甲可知，所测电池的内阻应偏大

14. 一质点运动的 v-t 图像如图甲所示，它的运动位移可用其图线与坐标轴 t 包围的面积来表示。在处理较复杂的变化量问题时，常常先把整个区间化为若干个小区间，认为每一个小区间内研究的量不变，再求和，这是物理学中常用的一种方法。如图乙所示是某物理量 y 随时间 t 变化的图像，关于此图线与 t 坐标轴所围成的面积，下列说法中正确的是（　　）



甲　　乙

A. 若 y 轴表示力做功的功率，则面积表示该力在相应时间内所做的功

B. 若 y 轴表示质点运动的加速度，则面积表示该质点在相应时间内的速率

C. 若 y 轴表示作用在物体上的合力，则面积表示经过相应时间后物体的动量

D. 若 y 轴表示变化磁场在金属线圈产生的电动势，则面积表示该磁场在相应时间内磁感应强度的变化量

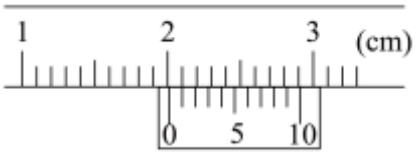
第二部分（非选择题共 58 分）

15. 利用单摆可以测量当地的重力加速度。如图甲所示，将细线的上端固定在铁架台上，下端系一小钢球，做成单摆。



甲

（1）用游标卡尺测量小钢球的直径，卡尺示数如图乙所示，小钢球直径为_____mm；



乙

（2）以下是实验过程中的一些做法，其中正确的有_____；

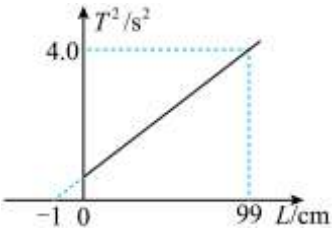
A．摆线要选择较细、伸缩性较小，并且尽可能短一些的

B．摆球尽量选择质量较大、体积较小的

C．为了使摆的周期大一些，以方便测量，摆线相对平衡位置的偏角越大越好

D．为减小偶然误差可以记下摆球做 50 次全振动所用的时间 Δt，则单摆周期 $T=\dfrac{\Delta t}{50}$

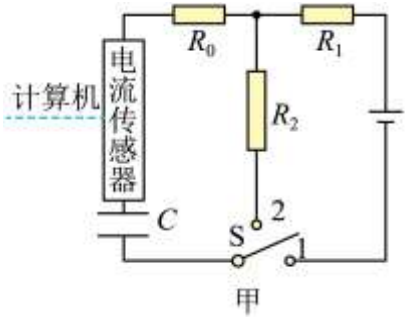
（3）悬挂后，用米尺测量悬点到小球上端摆线的长度 L，将小球拉离平衡位置一个小角度，由静止释放小球，稳定后小球在某次经过平衡位置时开始计时，并计数为 0，此后小球每摆到平衡位置时，计数一次，依次计数为 1、2、3……，当数到 50 时，停止计时，测得时间为 t，计算出单摆周期 T。测量出多组单摆的摆长 L 和运动周期 T，做出 T^2-L 图像，如图所示。造成图线不过坐标原点的原因可能是_____；



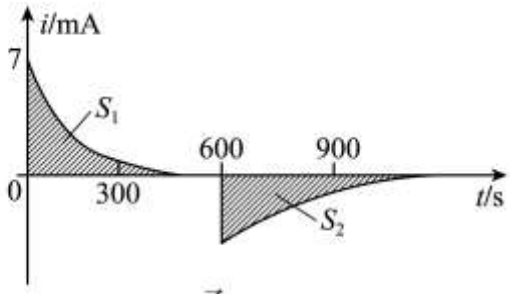
（4）由图像求出重力加速度 g=_____ m/s^2；（取 $\pi^2=9.87$ ）

（5）某同学根据单摆周期公式推算出 T^2-L 图像应该是一条过坐标原点的直线。由于（3）中图线不过原点，所以他认为根据该图像测量出的重力加速度与当地重力加速度存在较大的偏差。你是否同意他的观点，说明你的理由_____。

16. 电容器是一种重要的电学元件，在电工、电子技术中应用广泛。使用图甲所示电路观察电容器的充、放电过程。电路中的电流传感器与计算机相连，可以显示电路中电流随时间的变化。图甲中直流电源电动势 E=8V，实验前电容器不带电。先使 S 与“1”端相连给电容器充电，充电结束后，使 S 与“2”端相连，直至放电完毕。计算机记录的电流随时间变化的 i-t 曲线如图乙所示。



甲



乙

（1）图像阴影为 *i-t* 图像与对应时间轴所围成的面积，表示的物理意义是_____；

（2）乙图中阴影部分的面积 S_1_____ S_2；（选填“>”、“<”或“=”）

（3）计算机测得 $S_1=1203\text{mA}\cdot\text{s}$，则该电容器的电容为_____F；（保留两位有效数字）

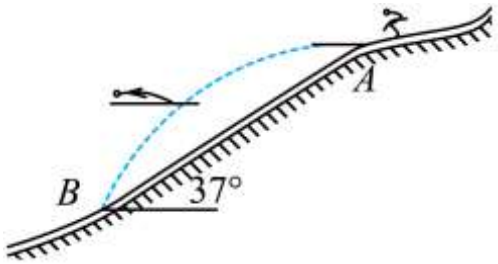
（4）由甲、乙两图可判断阻值 R_1_____ R_2。（选填“>”、“<”或“=”）

17. 跳台滑雪比赛时，某运动员从跳台 *A* 处沿水平方向飞出，在斜坡 *B* 处着陆，如图所示。测得 *A*、*B* 间的距离为 75m，斜坡与水平方向的夹角为 37°。$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$，不计空气阻力，重力加速度 *g* 取 10m/s^2，试计算：

（1）运动员在空中的飞行时间 *t*；

（2）运动员在 *A* 处水平飞出时速度大小 v_A；

（3）运动员着陆时速度大小 v_B。

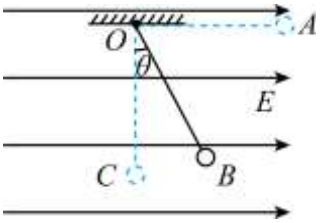


18. 如图所示，在沿水平方向的匀强电场中有一固定点 *O*，用一根长度为 *L*=0.5m 的绝缘细线把质量为 $m=1.0\times10^{-2}\text{kg}$、电荷为 $q=+2.0\times10^{-8}\text{C}$ 的金属小球悬挂在 *O* 点，小球静止在 *B* 点时细线与竖直方向的夹角为 $\theta=37°$，$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$，不计空气阻力，重力加速度 *g* 取 10m/s^2。求：

（1）匀强电场的电场强度大小 *E*；

（2）将小球拉至水平位置 *A*，由静止释放，小球运动到最低点 *C* 时受到的拉力大小 *T*；

（3）在（2）中小球摆到最左端时摆线与竖直方向的夹角 θ'。



19. 如图所示，一质量为 *m* 的物体，初速度为 v_1，在合外力 *F* 的作用下，经过一段时间 *t*，速度变为 v_2。

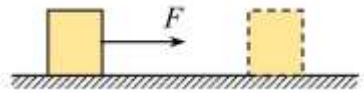
（1）根据上述条件，运用所学知识推导出动量定理的表达式；

（2）试用上述规律解决下面的问题：

静止在太空中的飞行器上有一种装置，它利用电场加速带电粒子，形成向外发射的高速粒子流，从而对飞行器产生反作用推力（称之为反冲力），使飞行器获得加速度。已知飞行器的质量为 M，发射出的是 2 价氧离子，发射离子的功率为 P，加速电场的电压为 U，每个氧离子的质量为 m，基本电荷电量为 e，不计发射氧离子后飞行器质量的变化，求：

a．射出的氧离子的速度大小 v_0；

b．射出离子后飞行器开始运动时的加速度大小 a。



20. 中国“天宫”载人空间站在距地面高 400km 左右的轨道上做匀速圆周运动，在此高度上有非常稀薄的大气，受气体阻力的影响，轨道高度 1 个月大概下降 2km，“天宫”安装有发动机，可对轨道进行周期性修正。假设“天宫”正常运行轨道高度为 h，经过一段时间 t，轨道高度下降了 $\Delta h\left(\Delta h \ll h\right)$。已知引力常量为 G，地球质量为 M，地球半径为 R，“天宫”质量为 m，“天宫”垂直速度方向的有效横截面积为 S。假设“天宫”附近空气分子是静止的，与“天宫”相遇后和“天宫”共速。若规定距地球无限远处为地球引力零势能点，则地球附近物体的引力势能可表示为 $E_{\mathrm{p}}=-\dfrac{GMm}{r}$，其中 M 为地球质量，m 为物体质量，r 为物体到地心距离。求：

（1）“天宫”正常在轨道上做圆周运动时的线速度大小 v；

（2）以无限远为零势能点，“天宫”正常在轨道上做圆周运动时的机械能 E；

（3）若“天宫”轨道高度下降 $\Delta h\left(\Delta h \ll h\right)$ 时损失的机械能为 ΔE，忽略下降过程中阻力大小变化，请估算“中国空间站”附近的空气密度 ρ。

参考答案

一、单项选择题（本部分共 14 小题，在每小题列出的四个选项中只有一个是符合题意的。每小题 3 分，共 42 分。）

1. 关于热现象，下列说法正确　是（　　）

A. 机械能可以全部转化为内能，而内能无法全部用来做功以转换成机械能

B. 当分子间距离增大时，分子间作用力减小，分子势能增大

C. 单位时间内气体分子对容器壁单位面积上的碰撞次数减少，气体的压强一定减小

D. 已知阿伏伽德罗常数、气体的摩尔质量和密度，可估算该种气体分子体积的大小

【答案】A

【解析】

【详解】A．根据热力学第二定律可知，机械能可以全部转化为内能，而内能无法全部用来做功以转换成机械能，故 A 正确；

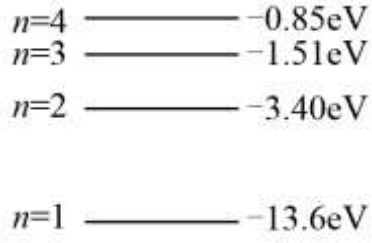
B．若分子间距离从平衡距离开始增大，则分子间作用力先增大后减小；若分子间距离始终小于平衡距离，则分子间作用力始终表现为斥力，则当分子间距离增大时，分子力做正功，分子势能减小，故 B 错误；

C．气体的压强和单位时间内气体分子对容器壁单位面积上的碰撞次数和气体分子的平均动能有关，所以若单位时间内气体分子对容器壁单位面积上的碰撞次数减少，气体的压强不一定减小，故 C 错误；

D．因为气体分子不是紧密排列的，所以根据阿伏伽德罗常数、气体的摩尔质量和密度，只能估算出每个气体分子所占据的平均空间体积，无法估算该种气体分子体积的大小，故 D 错误。

故选 A。

2. 如图所示为氢原子的能级结构示意图，一群氢原子处于 n=3 的激发态，在向较低能级跃迁的过程中向外辐射出光子，用这些光子照射逸出功为 2.49eV 的金属钠。下列说法正确的是（　　）



A. 从 n=3 向 n=2 跃迁辐射的光子的波长最短

B. 氢原子辐射光子后电子绕核运动　动能减小

C. 能让金属钠发生光电效应的光只有一种

D. 金属钠表面所发出的光电子的最大初动能是 9.60eV

【答案】D

【解析】

【详解】A．根据 $C_3^2=3$ 知，这群氢原子能辐射出三种不同频率的光子，从 n=3 向 n=2 跃迁的光子频率最小，波长最长，故 A 错误；

B．氢原子辐射光子的过程中，能量减小，轨道半径减小，根据

$$k\frac{e^2}{r^2}=m\frac{v^2}{r},\quad E_{\mathrm{k}}=\frac{1}{2}mv^2$$

可知电子动能增大，电势能减小，故 B 错误；

C．只有从 n=3 跃迁到 n=1，以及从 n=2 跃迁到 n=1 辐射的光子能量大于逸出功，所以能发生光电效应的光有两种，故 C 错误；

D．从 n=3 跃迁到 n=1 辐射的光子能量最大，发生光电效应时，产生的光电子最大初动能最大，光子能量最大值为

$$(13.6-1.51)\mathrm{eV}=12.09\mathrm{eV}$$

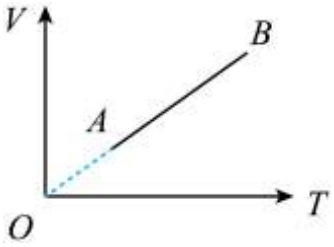
根据光电效应方程得，

$$E_{\mathrm{km}}=h_\nu-W_0=(12.09-2.49)\mathrm{eV}=9.60\mathrm{eV}$$

故 D 正确。

故选 D。

3. 一定质量的理想气体从状态 A 变化到状态 B，它的体积 V 随热力学温度 T 的变化关系如图所示。在这个过程中（　　）



A. 气体压强不断变大　　B. 气体从外界吸收热量

C. 外界对气体做功　　D. 气体内能保持不变

【答案】B

【解析】

【详解】A．由题图可知 $\frac{V}{T}$ 保持不变，根据盖—吕萨克定律可知气体经历等压变化，故 A 错误；

C．气体体积增大，对外界做功（$W<0$），故 C 错误；

D．气体温度升高，内能增大（$\Delta U>0$），故 D 错误；

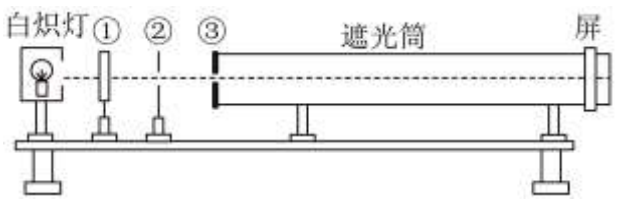
B．根据热力学第一定律有

$$Q=\Delta U-W>0$$

即气体从外界吸收热量，故 B 正确。

故选 B。

4. 利用如图所示的装置研究双缝干涉现象并测量光的波长时，下列说法中不正确的是（　　）



A. 实验装置中的①②③元件分别为滤光片、单缝、双缝

B. 将绿色滤光片换成红色滤光片，干涉条纹间距变大

C. 将单缝向双缝移动一小段距离后，干涉条纹间距不变

D. 减小实验中的双缝间距，目镜中的条纹数会增加

【答案】D

【解析】

【详解】A．光源发出的光经滤光片成为单色光，把单缝照亮。单缝相当于一个线光源，它又把双缝照亮。来自双缝的光在双缝右侧的空间发生干涉。遮光筒的一端装有毛玻璃屏，用来观察干涉条纹，所以实验装置中的①②③元件分别为滤光片、单缝、双缝，故 A 正确；

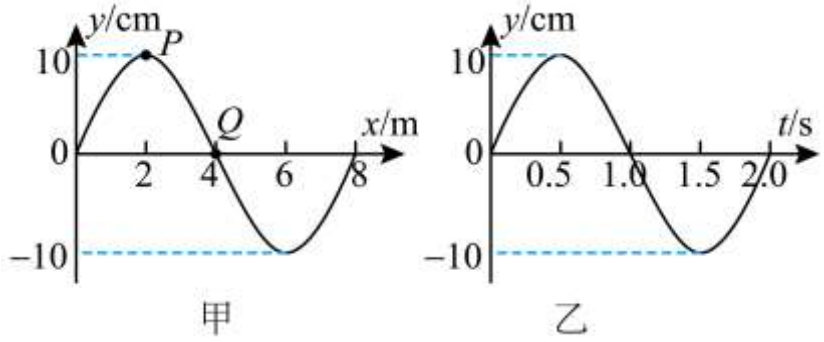
B．将绿色滤光片换成红色滤光片，光的波长增大，根据 $\Delta x=\frac{l\lambda}{d}$ 可知干涉条纹间距变大，故 B 正确；

C．根据 $\Delta x=\frac{l\lambda}{d}$ 可知干涉条纹间距与单缝和双缝之间的距离无关，所以将单缝向双缝移动一小段距离后，干涉条纹间距不变，故 C 正确；

D．根据 $\Delta x=\frac{l\lambda}{d}$ 可知减小实验中的双缝间距，干涉条纹间距增大，目镜中的条纹数会减少，故 D 错误。

本题选错误的，故选 D。

5. 图甲为一列简谐横波在 t=1.0s 时的波形图，P 是平衡位置为 x=2m 处的质点，Q 是平衡位置为 x=4m 处的质点，图乙为质点 Q 的振动图像。下列判断正确的是（　　）



A. 该波沿 x 轴负方向传播

B. t=1.5s 时，质点 P 的位移达到负向最大

C. t=1.5s 时，质点 Q 的回复力方向沿 y 轴负方向

D. 这列简谐波的波速为 8m/s

【答案】A

【解析】

【详解】A．由题图乙可知 t=1.0s 时刻质点 Q 正沿 y 轴负方向运动，所以此时质点 Q 应位于波传播方向波形的上坡上，则该波沿 x 轴负方向传播，故 A 错误；

B．该波的周期为 T=2.0s，所以从 t=1.0s 到 t=1.5s 时间内，质点 P 从波峰位置沿 y 轴负方向运动四分之一个周期，则 t=1.5s 时，质点 P 运动至平衡位置，位移为零，故 B 错误；

C．从 t=1.0s 到 t=1.5s 时间内，质点 Q 从平衡位置沿 y 轴负方向运动四分之一个周期，则 t=1.5s 时，质点 Q 位于波谷处，回复力方向沿 y 轴正方向，故 C 错误；

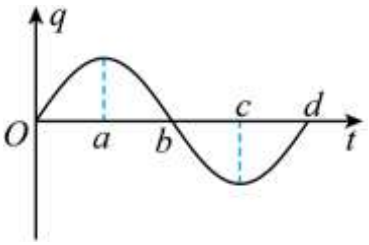
D．该波的周期为 T=2.0s，波长为 λ=8m，所以波速为

$$v=\frac{\lambda}{T}=4\text{m/s}$$

故 D 错误。

故选 A。

6. 如图所示为 LC 振荡电路中电容器的极板带电荷量 q 随时间 t 变化曲线，则下列判断正确的是（　　）



A. 在 b 和 d 时刻，电路中电流为零

B. 在 $O\rightarrow a$ 时间内，电场能转变为磁场能

C. 在 a 和 c 时刻，电路里的能量全部储存在电容器的电场中

D. 在 $O\rightarrow a$ 和 $c\rightarrow d$ 时间内，电容器被充电

【答案】C

【解析】

【详解】A．在 b 和 d 时刻，q 为 0，但 q 随 t 的变化率最大，电流最大，不为零，故 A 错误；

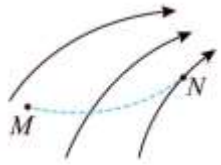
B．在 $O\rightarrow a$ 时间内，q 从 0 逐渐增大至最大值，而电流从最大值减小至 0，电容器充电，磁场能转变为电场能，故 B 错误；

C．在 a 和 c 时刻，电容器均完成充电过程，电路里的能量全部储存在电容器的电场中，故 C 正确；

D．在 $O\rightarrow a$ 时间内，电容器充电，在 $c\rightarrow d$ 时间内，电容器放电，故 D 错误。

故选 C。

7. 某静电场中的电场线如图实线所示，带电粒子在电场中仅受静电力作用，其运动轨迹如图中虚线所示，由 M 运动到 N，下列说法正确的是（　　）



A. 粒子必定带负电　　B. 粒子在 M 点的动能小于在 N 点的动能

C. 粒子在 M 点的加速度大于在 N 点的加速度　　D. 粒子在 M 点的电势能小于在 N 点的电势能

【答案】B

【解析】

【详解】A．粒子所受电场力方向与电场线的切线共线，且指向轨迹的凹侧，由此可判断粒子必定带正电，故 A 错误；

BD．根据沿电场线方向电势降低可知 M 点电势高于 N 点电势，而粒子带正电，所以粒子在 M 点的电势能大于在 N 点的电势能，根据能量守恒定律可知粒子动能和电势能之和保持恒定，所以粒子在 M 点的动能小于在 N 点的动能，故 B 正确，D 错误；

C．电场线越密集的位置电场强度越强，粒子所受电场力越大，加速度越大，所以粒子在 M 点的加速度小于在 N 点的加速度，故 C 错误。

故选 B。

8. 2022 年 3 月 23 日 15 时 40 分，中国航天“天宫课堂”第二课开课了，这次在距离地面约 400km 的中国载人空间站“天宫”上进行了太空科学探究。授课期间，航天员演示了“水油分离实验”和“太空抛物实验”等，下列说法正确的是（　　）




A. 在“天宫”中水和油因为没有受到地球引力而处于漂浮状态

B. “天宫”的运行速度介于第一宇宙速度与第二宇宙速度之间

C. 在“天宫”中做“太空抛物实验”时冰墩墩被抛出后做平抛运动

D. 利用密度不同，“天宫”中让水和油的混合物做圆周运动能使水和油分离

【答案】D

【解析】

【详解】A．在“天宫”中水和油因为处于完全失重状态而处于漂浮状态，但并不是没有受到地球引力，此时地球引力全部提供给“天宫”及其内部物体做匀速圆周运动的向心力，故 A 错误；

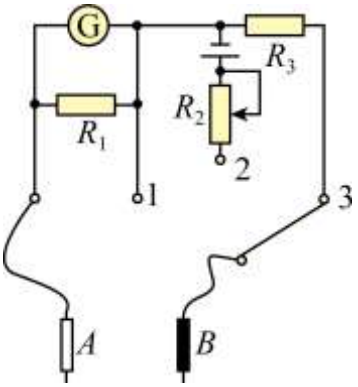
B．第一宇宙速度是物体在地球附近绕地球做匀速圆周运动的速度，同时也是物体绕地球做匀速圆周运动的最大环绕速度，当物体的速度介于第一宇宙速度与第二宇宙速度之间时，物体将绕地球做椭圆运动，所以“天宫”的运行速度一定小于第一宇宙速度，故 B 错误；

C．由于“天宫”中物体处于完全失重状态，所以不存在重力使物体物体下落的作用效果，在“天宫”中做“太空抛物实验”时，冰墩墩被抛出后近似做直线运动，故 C 错误；

D．“天宫”中物体处于完全失重状态，所以油和水的混合物不能像在地球表面上一样出现“油在上，水在下”的分离情况，但可以通过让二者做匀速圆周运动，从而产生向心加速度，进而让水和油分离开，故 D 正确。

故选 D。

9. 图为某多用电表的简化电路图，表头 G 电阻 $R_{\mathrm{g}}=30\Omega$，满偏电流 $I_{\mathrm{g}}=1\mathrm{mA}$，滑动变阻器 R_2 最大阻值为 10kΩ，定值电阻 $R_1=0.05\Omega$，$R_3=2970\Omega$，电源电动势 E=3V，内阻可忽略。下列说法正确的是（　　）



A. 当选择开关接 1 时，测量的是电压　　B. 当选择开关接 2 时，测量的是电阻

C. 当选择开关接 3 时，测量的是电流　　D. 测量时，电流是由 A 表笔流出，B 表笔流入

【答案】B

【解析】

【详解】A．当选择开关接 1 时，表头与定值电阻 R_1 并联，且 R_1 远小于 R_g，接入电路后通过 R_1 的电流远大于通过 R_g 的电流，R_1 起分流作用，所以此时测量的是电流，故 A 错误；

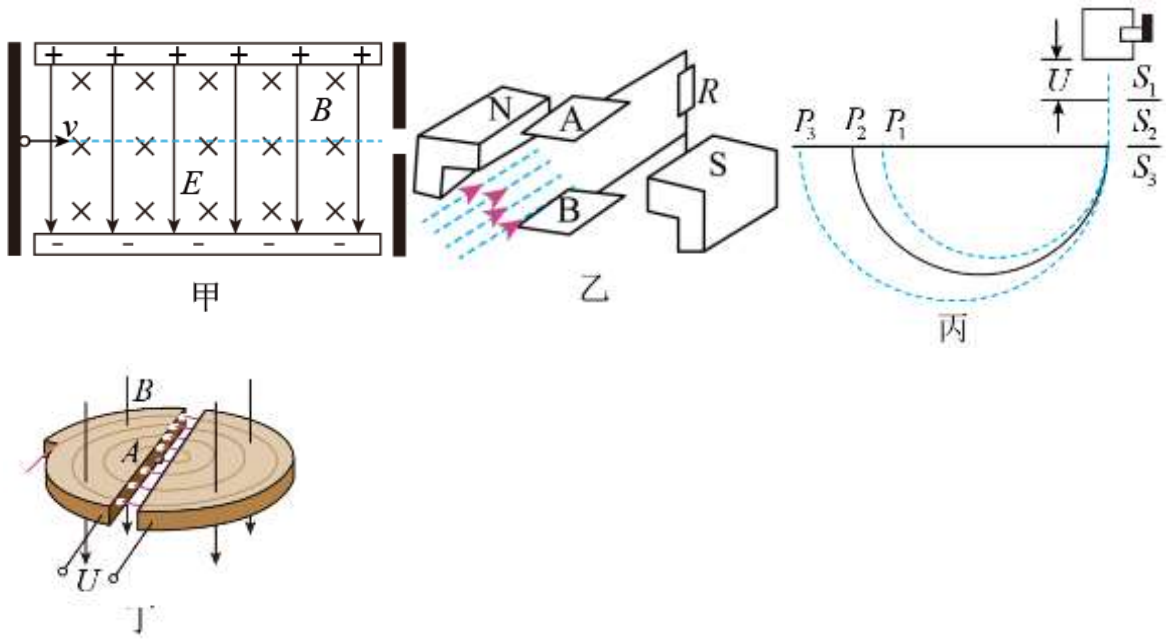
B．当选择开关接 2 时，表内电源接入电路，通过 G 表所测电流来间接反映外接元件的阻值，所以此时测量的是电阻，故 B 正确；

C．当选择开关接 3 时，表头与定值电阻 R_3 串联，且 R_3 远大于 R_g，接入电路后 R_3 两端的电压远大于 R_g 两端的电压，R_3 起到分压作用，所以此时测量的是电压，故 C 错误；

D．根据电阻挡电路可知，电流从 B 表笔流出，A 表笔流入，故 D 错误。

故选 B。

10. 关于以下四幅课本中的插图，下列说法正确的是（　　）



A. 图甲是速度选择器示意图，若不计粒子重力，由图可以判断出带电粒子的电性

B. 图乙是磁流体发电机结构示意图，由图可以判断出 A 极板是发电机的正极

C. 图丙是质谱仪结构示意图，打在底片上的位置越靠近入射点，粒子的比荷越大

D. 图丁是回旋加速器示意图，若仅增加电压 U，可增大粒子飞出加速器时的动能

【答案】C

【解析】

【详解】A．根据左手定则可知，无论粒子电性如何，当粒子沿直线通过速度选择器时，其所受电场力与洛伦兹力方向都可以相反，所以无法判断粒子电性，故 A 错误；

B．根据左手定则可知，等离子体中的正离子将向 B 极板偏转，所以 B 极板是发电机的正极，故 B 错误；

C．设粒子进入磁场时的速度大小为 v，根据动能定理有

$$qU=\frac{1}{2}mv^2$$

设粒子在磁场中做匀速圆周运动　半径为 r，根据牛顿第二定律有

$$qvB=m\frac{v^2}{r}$$

联立以上两式解得

$$r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

粒子打在底片上的位置到入射点之间的距离为

$$d=2r=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

根据上式可知打在底片上的位置越靠近入射点，粒子的比荷越大，故 C 正确；

D．设回旋加速器 D 形盒的半径为 R，粒子获得的最大速度为 v_{m}，根据牛顿第二定律有

$$qv_{\mathrm{m}}B=m\frac{v_{\mathrm{m}}^2}{R}$$

解得

$$v_{\mathrm{m}}=\frac{BqR}{m}$$

粒子的最大动能为

$$E_{\mathrm{km}}=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2=\frac{B^2q^2R^2}{2m}$$

根据⑥式可知 E_{km} 与交流电压 U 无关，所以若仅增加电压 U，无法增大粒子飞出加速器时的动能，故 D 错误。

故选 C。

11. 图甲为一男士站立在与水平成一定角度的自动人行道（可看作斜面）上匀速上楼，图乙为一女士站在自动扶梯（可看作台阶）上匀速上楼。关于两人受力以及做功情况，下列说法正确的是（　　）


甲


乙

A. 图甲中支持力对男士不做功

B. 图乙中摩擦力对女士做负功

C. 图乙中支持力对女士不做功

D. 男士受到自动人行道的作用力和女士受到自动扶梯的作用力方向不相同

【答案】A

【解析】

【详解】A．图甲中支持力的方向垂直于斜面向上，与男士速度方向始终垂直，所以对男士不做功，故 A 正确；

B．图乙中女士与台阶共同做匀速运动，没有相对运动趋势，女士不受摩擦力，故 B 错误；

C．图乙中支持力方向竖直向上，与女士速度方向夹角小于 90°，所以支持力做正功，故 C 错误；

D．男士和女士都做匀速运动，处于平衡状态，所以男士受到自动人行道的作用力和女士受到自动扶梯的作用力分别与各自的重力平衡，方向都为竖直向上，故 D 错误。

故选 A。

12. 2022 年 2 月北京举办了第 24 届冬季奥运会，苏翊鸣夺得男子单板滑雪大跳台项目金牌，成为中国首个单板滑雪奥运冠军。图甲是一观众用手机连拍功能拍摄苏翊鸣从起跳到落地的全过程的合成图。图乙为首钢滑雪大跳台的赛道的示意图，分为助滑区、起跳台、着陆坡和终点四个部分，运动员从一百多米的助滑跑道滑下，腾空高度平均可达 7m，落地前的速度与着陆坡之间有一定的夹角。以下说法正确的是（　　）


甲



乙

A 运动员由于与着陆坡作用时间短，所以不会受伤

B. 运动员由于受到空气阻力，机械能减少，速度降低，所以不会受伤

C. 适当增加着陆坡与水平方向的倾角可以减小运动员受到的撞击力，增加安全性

D. 运动员落到着陆坡时，由于运动员动量变化量小，所以受到的撞击力小

【答案】C

【解析】

【详解】如图所示，设运动员着陆前瞬间垂直于着陆坡的分速度为 v_2，着陆坡与水平方向的倾角为 θ，运动员着陆瞬间所受着陆坡的冲击力大小为 F_N，与着陆坡的作用时间为 Δt，对运动员着陆前后瞬间，根据动量定理有

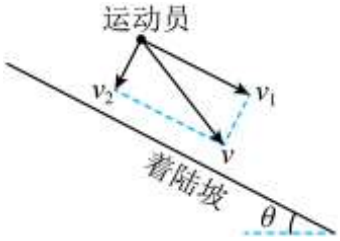
$$0-(-mv_2)=\left(F_N-mg\cos\theta\right)\Delta t$$

解得

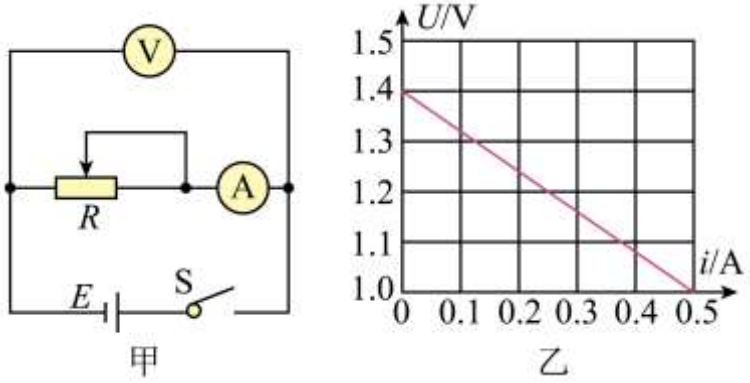
$$F_N=mg\cos\theta+\frac{mv_2}{\Delta t}$$

运动员之所以不会受伤，是因为 F_N 较小，即在垂直于着陆坡方向的动量的变化率较小（即 mv_2 较小且 Δt 较大），且根据 F_N 的表达式可知，适当增加着陆坡与水平方向的倾角 θ 可以减小运动员受到的撞击力，增加安全性。运动员下落时虽然受到空气阻力，但下落时仍做加速运动，速度不会降低。综上所述可知 ABD 错误，C 正确。

故选 C。



13. 用电流表和电压表测量一节干电池的电动势和内阻，电路图如图甲所示，由实验中测得的数据描绘的图像如图乙所示，以下说法正确的是（　　）



A. 电池的电动势约为 1.4V，内阻约为 2.8Ω

B. 考虑电表内阻对实验的影响，由图甲可知，误差来源于电压表有分流作用

C. 滑动变阻器滑片滑至最左端时，流过电流表的电流为 0.5A

D. 考虑电表内阻对实验的影响，由图甲可知，所测电池的内阻应偏大

【答案】B

【解析】

【详解】A．图像的纵截距表示干电池电动势，斜率的绝对值表示内阻，则

$$E=1.4\text{V}$$

$$r=\frac{1.4-1.0}{0.5}\Omega=0.8\Omega$$

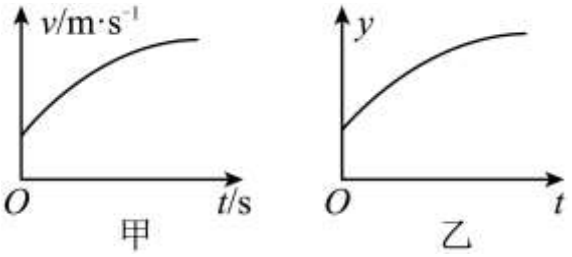
故 A 错误；

BD．由于电压表分流的缘故，当电流表示数为零时，实际通过干电池的电流并不为零，所以此时干电池的内电压不为零，从而导致图像的纵截距比干电池的实际电动势偏小；假设当电压表示数为零时，干电池的路端电压实际值就是零，即所作图像的横截距（并非为题图中图线与 *i* 轴的交点，而是图线延伸至 *U*=0 时与对应 *i* 轴的交点）等于真实值。综上所述可知实验中作出的 *U-I* 图像斜率的绝对值比真实图像的斜率的绝对值偏小，从而造成干电池内阻的测量值与真实值相比偏小，故 B 正确，D 错误；

C．由题图乙可知，当路端电压为 1.0V 时，流过电流表的电流为 0.5A，当滑动变阻器滑片滑至最左端时，其接入电路的阻值为零，此时路端电压约为零，流过电流表的电流（假设电流表不烧坏）一定大于 0.5A，故 C 错误。

故选 B。

14. 一质点运动的 *v-t* 图像如图甲所示，它的运动位移可用其图线与坐标轴 *t* 包围的面积来表示。在处理较复杂的变化量问题时，常常先把整个区间化为若干个小区间，认为每一个小区间内研究的量不变，再求和，这是物理学中常用的一种方法。如图乙所示是某物理量 *y* 随时间 *t* 变化的图像，关于此图线与 *t* 坐标轴所围成的面积，下列说法中正确的是（　　）



A. 若 *y* 轴表示力做功的功率，则面积表示该力在相应时间内所做的功

B. 若 *y* 轴表示质点运动的加速度，则面积表示该质点在相应时间内的速率

C. 若 *y* 轴表示作用在物体上的合力，则面积表示经过相应时间后物体的动量

D. 若 *y* 轴表示变化磁场在金属线圈产生的电动势，则面积表示该磁场在相应时间内磁感应强度的变化量

【答案】A

【解析】

【详解】A．根据功率定义式 $P=\frac{\Delta W}{\Delta t}$ 可知，若 *y* 轴表示力做功的功率，则面积表示该力在相应时间内所做的功，故 A 正确；

B．根据加速度　定义式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知，若 *y* 轴表示质点运动的加速度，则面积表示该质点在相应时间内速度的变化量，故 B 错误；

C．根据动量定理 $F\Delta t=\Delta p$ 可知，若 *y* 轴表示作用在物体上的合力，则面积表示经过相应时间后物体动量的变化量，故 C 错误；

D．根据法拉第电磁感应定律 $E=n\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 可知，若 *y* 轴表示变化磁场在金属线圈产生的电动势，则面积表示金属线圈中磁通量变化量的 *n* 倍（*n* 为金属线圈的匝数），故 D 错误。

故选 A。

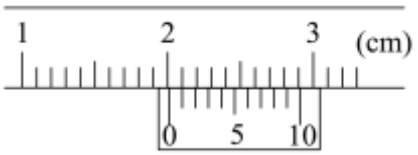
第二部分（非选择题共 58 分）

15. 利用单摆可以测量当地的重力加速度。如图甲所示，将细线的上端固定在铁架台上，下端系一小钢球，做成单摆。



甲

（1）用游标卡尺测量小钢球的直径，卡尺示数如图乙所示，小钢球直径为_____mm；



乙

（2）以下是实验过程中的一些做法，其中正确的有_____；

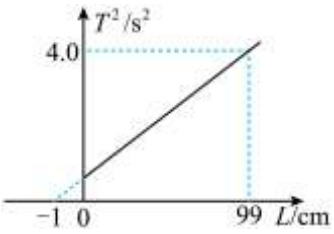
A．摆线要选择较细、伸缩性较小，并且尽可能短一些的

B．摆球尽量选择质量较大、体积较小的

C．为了使摆的周期大一些，以方便测量，摆线相对平衡位置的偏角越大越好

D．为减小偶然误差可以记下摆球做 50 次全振动所用的时间 Δt，则单摆周期 $T=\dfrac{\Delta t}{50}$

（3）悬挂后，用米尺测量悬点到小球上端摆线的长度 L，将小球拉离平衡位置一个小角度，由静止释放小球，稳定后小球在某次经过平衡位置时开始计时，并计数为 0，此后小球每摆到平衡位置时，计数一次，依次计数为 1、2、3……，当数到 50 时，停止计时，测得时间为 t，计算出单摆周期 T。测量出多组单摆的摆长 L 和运动周期 T，做出 T^2-L 图像，如图所示。造成图线不过坐标原点的原因可能是_____；



（4）由图像求出重力加速度 g=_____ m/s^2；（取 $\pi^2=9.87$ ）

（5）某同学根据单摆周期公式推算出 T^2-L 图像应该是一条过坐标原点的直线。由于（3）中图线不过原点，所以他认为根据该图像测量出的重力加速度与当地重力加速度存在较大的偏差。你是否同意他的观点，说明你的理由_____。

【答案】 ①. 20.1 ②. BD##DB ③. 测摆长时没有加上小球半径 ④. 9.87 ⑤. 见解析

【解析】

【详解】（1）[1]由题图乙可知小钢球直径为

$$d=20\text{mm}+1\times0.1\text{mm}=20.1\text{mm}$$

（2）[2]A．摆线要选择较细（尽可能减小空气阻力对实验的影响）、伸缩性较小（确保摆球摆动时摆长几乎不变）、且尽可能长一些的（减小摆长测量的相对误差），故 A 错误；

B．为了尽可能减小空气阻力对实验的影响，摆球尽量选择质量较大、体积较小的，故 B 正确；

C．只有摆线相对平衡位置的偏角在很小的情况下（通常小于 5°），单摆才做简谐运动，进而才能根据周期公式测量重力加速度，故 C 错误；

D．为减小偶然误差可以记下摆球做 50 次全振动所用的时间 Δt，则单摆周期 $T=\dfrac{\Delta t}{50}$，故 D 正确。

故选 BD。

（3）[3]根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$ 变形可得

$$T^2=\frac{4\pi^2L}{g}$$

所以理论上 T^2-L 图像是一条过坐标原点的直线，题给图像相对于理论图像，在相同周期下，所测摆长比实际值偏小，则原因可能是测摆长时没有加上小球半径。

（4）[4]根据单摆周期公式可得

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L+r}{g}}$$

整理得

$$T^2=\frac{4\pi^2}{g}L+\frac{4\pi^2r}{g}$$

图线斜率为

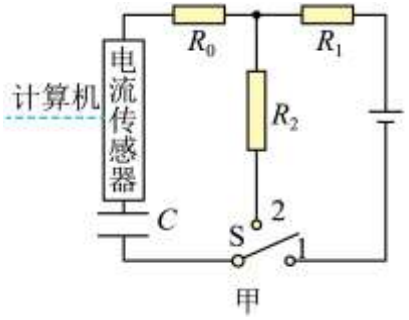
$$\frac{4\pi^2}{g}=\frac{4}{0.99-(-0.01)}\mathrm{m/s^2}=4\mathrm{m/s^2}$$

解得

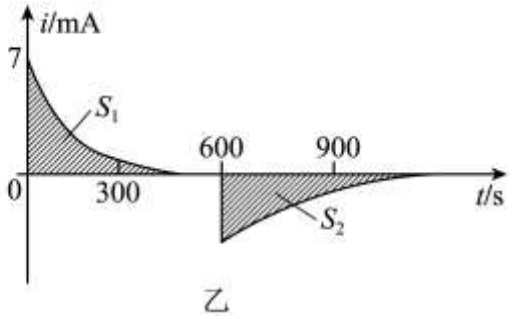
$$g=9.87\mathrm{m/s^2}$$

（5）[5]不同意该同学的观点。虽然测摆长时漏加了小球半径造成图线不过原点，但根据（4）中所求 T^2 关于 L 的表达式可知该过失不影响所作图线的斜率，所以由斜率计算出的重力加速度值相比实际值并不会存在较大的偏差。

16. 电容器是一种重要的电学元件，在电工、电子技术中应用广泛。使用图甲所示电路观察电容器的充、放电过程。电路中的电流传感器与计算机相连，可以显示电路中电流随时间的变化。图甲中直流电源电动势 E=8V，实验前电容器不带电。先使 S 与“1”端相连给电容器充电，充电结束后，使 S 与“2”端相连，直至放电完毕。计算机记录的电流随时间变化的 i-t 曲线如图乙所示。



甲



乙

（1）图像阴影为 i-t 图像与对应时间轴所围成的面积，表示的物理意义是_____；

（2）乙图中阴影部分的面积S_1_____S_2；（选填“>”、“<”或“=”）

（3）计算机测得$S_1=1203\text{mA}\cdot\text{s}$，则该电容器的电容为_____F；（保留两位有效数字）

（4）由甲、乙两图可判断阻值R_1_____R_2。（选填“>”、“<”或“=”）

【答案】 ①. 电荷量 ②. = ③. 0.15 ④. ＜

【解析】

【详解】（1）[1]根据$q=it$可知 *i-t* 图像与对应时间轴所围成的面积表示的物理意义是电荷量。

（2）[2]S_1表示电容器充电后所带电荷量，S_2表示电容器放电的电荷量，所以

$$S_1=S_2$$

（3）[3]该电容器的电容为

$$C=\frac{Q}{U}=\frac{S_1}{E}\approx 0.15\text{F}$$

（4）[4]由题图乙可知电容器充电瞬间电流比电容器放电瞬间电流大， 且电容器充电瞬间电源电压和放电瞬间电容器两端电压相等，则有

$$\frac{U}{R_1+R_0}>\frac{U}{R_2+R_0}$$

所以

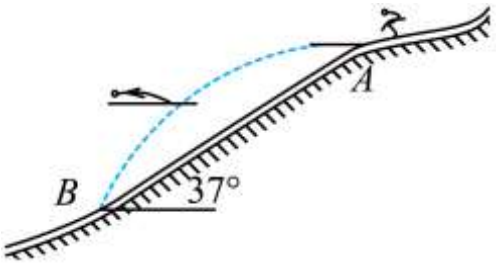
$$R_1<R_2$$

17. 跳台滑雪比赛时，某运动员从跳台 *A* 处沿水平方向飞出，在斜坡 *B* 处着陆，如图所示。测得 *A*、*B* 间的距离为 75m，斜坡与水平方向的夹角为 37°。$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$，不计空气阻力，重力加速度 *g* 取10m/s^2，试计算：

（1）运动员在空中的飞行时间 *t*；

（2）运动员在 *A* 处水平飞出时速度大小v_A；

（3）运动员着陆时速度大小v_B。



【答案】（1）3s；（2）20m/s；（3）$10\sqrt{13}\text{m/s}$

【解析】

【详解】（1）运动员的竖直位移大小为

$$y=AB\cdot\sin 37°=\frac{1}{2}gt^2$$

解得

$$t=3\text{s}$$

（2）运动员的水平位移大小为

$$x = AB \cdot \cos 37° = 60\text{m}$$

运动员在 A 处水平飞出时速度大小为

$$v_A = \frac{x}{t} = 20\text{m/s}$$

（3）运动员在 B 点的竖直分速度大小为

$$v_{By} = gt = 30\text{m/s}$$

根据速度的合成可得

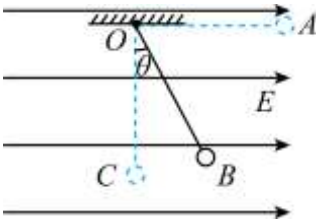
$$v_B = \sqrt{v_A^2 + v_{By}^2} = 10\sqrt{13}\text{m/s}$$

18. 如图所示，在沿水平方向的匀强电场中有一固定点 O，用一根长度为 L=0.5m 的绝缘细线把质量为 $m = 1.0\times10^{-2}\text{kg}$、电荷为 $q = +2.0\times10^{-8}\text{C}$ 的金属小球悬挂在 O 点，小球静止在 B 点时细线与竖直方向的夹角为 $\theta = 37°$，$\sin 37° = 0.6$，$\cos 37° = 0.8$，不计空气阻力，重力加速度 g 取 10m/s^2。求：

（1）匀强电场的电场强度大小 E；

（2）将小球拉至水平位置 A，由静止释放，小球运动到最低点 C 时受到的拉力大小 T；

（3）在（2）中小球摆到最左端时摆线与竖直方向的夹角 θ'。



【答案】（1）$3.75\times10^6\text{N/C}$；（2）0.15N；（3）16°

【解析】

【详解】（1）根据力的合成与分解和平衡条件可得

$$\tan\theta = \frac{qE}{mg} \quad ①$$

解得

$$E = 3.75\times10^6\text{N/C} \quad ②$$

（2）设小球运动到最低点 C 时的速度大小为 v_C，根据动能定理有

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = mgL - qEL \quad ③$$

在最低点 C 根据牛顿第二定律有

$$T - mg = m\frac{v_C^2}{L} \quad ④$$

联立②③④解得

$$T = 0.15\text{N} \quad ⑤$$

（3）根据（1）可知电场力与重力的合力方向沿 OB 方向，小球释放后在复合场中运动的等效最低点为 B 点，根据对称性可知小球摆到最左端的位置关于 B 点对称，所以

$$\theta' + \theta = 90° - \theta \quad ⑥$$

解得

$$\theta' = 16°$$

19. 如图所示，一质量为 m 的物体，初速度为 v_1，在合外力 F 的作用下，经过一段时间 t，速度变为 v_2。

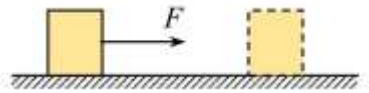
（1）根据上述条件，运用所学知识推导出动量定理的表达式；

（2）试用上述规律解决下面的问题：

静止在太空中的飞行器上有一种装置，它利用电场加速带电粒子，形成向外发射的高速粒子流，从而对飞行器产生反作用推力（称之为反冲力），使飞行器获得加速度。已知飞行器的质量为 M，发射出的是 2 价氧离子，发射离子的功率为 P，加速电场的电压为 U，每个氧离子的质量为 m，基本电荷电量为 e，不计发射氧离子后飞行器质量的变化，求：

a．射出的氧离子的速度大小 v_0；

b．射出离子后飞行器开始运动时的加速度大小 a。



【答案】（1）见解析；（2）a．$2\sqrt{\frac{eU}{m}}$；b．$\frac{P}{eUM}\sqrt{eUm}$

【解析】

【详解】（1）设物体的加速度为 a，根据牛顿第二定律有

$$F = ma$$

根据匀变速直线运动规律有

$$v_2 - v_1 = at$$

联立可得

$$Ft = mv_2 - mv_1$$

（2）a．对氧离子的加速过程，根据动能定理有

$$2eU = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$v_0 = 2\sqrt{\frac{eU}{m}}$$

b．t 时间内射出的氧离子数为

$$N = \frac{Pt}{2eU}$$

设飞行器对 N 个氧离子的合力大小为 F，根据动量定理有

$$Ft = Nmv_0$$

联立可得

$$F=\frac{Pmv_0}{2eU}$$

根据牛顿第三定律可知飞船由此获得的反冲力大小为

$$F'=F=\frac{Pmv_0}{2eU}$$

根据牛顿第二定律有

$$a=\frac{F'}{M}$$

联立解得

$$a=\frac{P}{eUM}\sqrt{eUm}$$

20. 中国“天宫”载人空间站在距地面高 400km 左右的轨道上做匀速圆周运动，在此高度上有非常稀薄的大气，受气体阻力的影响，轨道高度 1 个月大概下降 2km，“天宫”安装有发动机，可对轨道进行周期性修正。假设“天宫”正常运行轨道高度为 h，经过一段时间 t，轨道高度下降了 $\Delta h\left(\Delta h \ll h\right)$。已知引力常量为 G，地球质量为 M，地球半径为 R，“天宫”质量为 m，“天宫”垂直速度方向的有效横截面积为 S。假设“天宫”附近空气分子是静止的，与“天宫”相遇后和“天宫”共速。若规定距地球无限远处为地球引力零势能点，则地球附近物体的引力势能可表示为 $E_{\mathrm{p}}=-\frac{GMm}{r}$，其中 M 为地球质量，m 为物体质量，r 为物体到地心距离。求：

（1）“天宫”正常在轨道上做圆周运动时的线速度大小 v；

（2）以无限远为零势能点，“天宫”正常在轨道上做圆周运动时的机械能 E；

（3）若“天宫”轨道高度下降 $\Delta h\left(\Delta h \ll h\right)$ 时损失的机械能为 ΔE，忽略下降过程中阻力大小变化，请估算“中国空间站”附近的空气密度 ρ。

【答案】（1）$\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$；（2）$-\frac{GMm}{2(R+h)}$；（3）$\frac{\Delta E(R+h)}{GMSt}\sqrt{\frac{R+h}{GM}}$

【解析】

【详解】（1）“天宫”正常在轨道上做圆周运动时，根据牛顿第二定律有

$$\frac{GMm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h} \quad ①$$

解得

$$v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}} \quad ②$$

（2）“天宫”正常在轨道上做圆周运动时的动能为

$$E_{\mathrm{k}}=\frac{1}{2}mv^2=\frac{GMm}{2(R+h)} \quad ③$$

由题意可知，以无限远为零势能点，“天宫”正常在轨道上做圆周运动时的引力势能为

$$E_{\mathrm{p}}=-\frac{GMm}{R+h} \quad ④$$

所以“天宫”正常在轨道上做圆周运动时的机械能为

$$E=E_{\mathrm{k}}+E_{\mathrm{p}}=-\frac{GMm}{2(R+h)} \quad ⑤$$

（3）因为$\Delta h \ll h$，所以“天宫”仍可认为是做圆周运动，在t时间内“天宫”运动的路程为

$$s=vt \quad ⑥$$

设空气对“天宫”的作用力大小为f，根据功能关系有

$$fs=\Delta E \quad ⑦$$

“天宫”与空气作用的Δt时间内，根据动量定理有

$$f\Delta t=\Delta mv=v\Delta tS\rho v \quad ⑧$$

联立②⑥⑦⑧解得

$$\rho=\frac{\Delta E(R+h)}{GMSt}\sqrt{\frac{R+h}{GM}} \quad ⑨$$