2018 年北京理综

1. 在核反应方程 ${}_2^4\mathrm{He}+{}_7^{14}\mathrm{N}\longrightarrow{}_8^{17}\mathrm{O}+\mathrm{X}$ 中，X 表示的是（　）

A. 质子　　B. 中子　　C. 电子　　D. α 粒子

2. 关于分子动理论，下列说法正确的是（　）

A. 气体扩散的快慢与温度无关

B. 布朗运动是液体分子的无规则运动

C. 分子间同时存在着引力和斥力

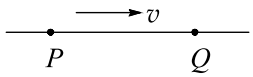
D. 分子间的引力总是随分子间距增大而增大

3. 用双缝干涉实验装置得到白光的干涉条纹，在光源与单缝之间加上红色滤光片后（　）

A. 干涉条纹消失　　B. 彩色条纹中的红色条纹消失

C. 中央条纹变成暗条纹　　D. 中央条纹变成红色

4. 如图所示，一列简谐横波向右传播，P、Q 两质点平衡位置相距 0.15 m。当 P 运动到上方最大位移处时，Q 刚好运动到下方最大位移处，则这列波的波长可能是（　）



A. 0.60 m　　B. 0.30 m　　C. 0.20 m　　D. 0.15 m

5. 若想检验“使月球绕地球运动的力”与“使苹果落地的力”遵循同样的规律，在已知月地距离约为地球半径 60 倍的情况下，需要验证（　）

A. 地球吸引月球的力约为地球吸引苹果的力的 $1/60^2$

B. 月球公转的加速度约为苹果落向地面加速度的 $1/60^2$

C. 自由落体在月球表面的加速度约为地球表面的 $1/6$

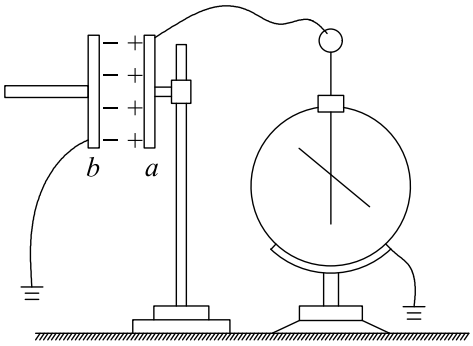
D. 苹果在月球表面受到的引力约为在地球表面的 $1/60$

6. 某空间存在匀强磁场和匀强电场。一个带电粒子（不计重力）以一定初速度射入该空间后，做匀速直线运动；若仅撤除电场，则该粒子做匀速圆周运动，下列因素与完成上述两类运动**无关**的是（　）

A. 磁场和电场的方向　　B. 磁场和电场的强弱

C. 粒子的电性和电量　　D. 粒子入射时的速度

7. 研究与平行板电容器电容有关因素的实验装置如图所示，下列说法正确的是（　）



A. 实验前，只用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，能使电容器带电

B. 实验中，只将电容器 b 板向上平移，静电计指针的张角变小

C. 实验中，只在极板间插入有机玻璃板，静电计指针的张角变大

D. 实验中，只增加极板带电量，静电计指针的张角变大，表明电容增大

8. 根据高中所学知识可知，做自由落体运动的小球，将落在正下方位置。但实际上，赤道上方 200 m 处无初速下落的小球将落在正下方位置偏东约 6 cm 处，这一现象可解释为，除重力外，由于地球自转，下落过程小球还受到一个水平向东的“力”，该“力”与竖直方向的速度大小成正比，现将小球从赤道地面竖直上抛，考虑对称性，上升过程该“力”水平向西，则小球（　）

A. 到最高点时，水平方向的加速度和速度均为零

B. 到最高点时，水平方向的加速度和速度均不为零

C. 落地点在抛出点东侧

D. 落地点在抛出点西侧

9. 用图 1 所示的实验装置研究小车速度随时间变化的规律。

主要实验步骤如下：

a．安装好实验器材。接通电源后，让拖着纸带的小车沿长木板运动，重复几次。

b．选出一条点迹清晰的纸带，找一个合适的点当作计时起点 O（$t=0$），然后每隔相同的时间间隔 T 选取一个计数点，如图 2 中 A、B、C、D、E、F……所示。

c．通过测量、计算可以得到在打 A、B、C、D、E……点时小车的速度，分别记作 v_1、v_2、v_3、v_4、v_5……

d．以速度 v 为纵轴、时间 t 为横轴建立直角坐标系，在坐标纸上描点，如图 3 所示。

结合上述实验步骤，请你完成下列任务：

(1) 在下列仪器和器材中，还需要使用的有____和____(填选项前的字母)。

A．电压合适的 50 Hz 交流电源

B．电压可调的直流电源

C．刻度尺

D．秒表

E．天平（含砝码）

(2) 在图 3 中已标出计数点 A、B、D、E 对应的坐标点，请在该图中标出计数点 C 对应的坐标点，并画出 $v-t$ 图像。

(3) 观察 $v-t$ 图像，可以判断小车做匀变速直线运动，其依据是_____。$v-t$ 图像斜率的物理意义是_____。

(4) 描绘 $v-t$ 图像前，还不知道小车是否做匀变速直线运动。用平均速度 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表示各计数点的瞬时速度，从理论上讲，对 Δt 的要求是_____(选填“越小越好”或“与大小无关”)；从实验的角度看，选取的 Δx 大小与速度测量的误差____(选填“有关”或“无关”)。

(5) 早在 16 世纪末，伽利略就猜想落体运动的速度应该是均匀变化的。当时只能靠滴水计时，为此他设计了如图 4 所示的“斜面实验”，反复做了上百次，验证了他的猜想。请你结合匀变速直线运动的知识，分析说明如何利用伽利略“斜面实验”检验小球的速度是随时间均匀变化的_____。

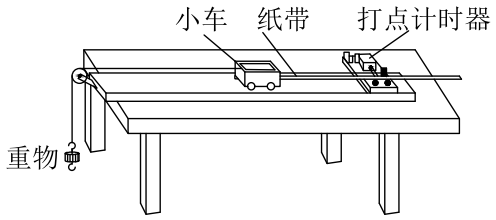


图 1

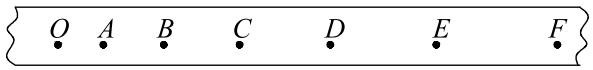


图 2

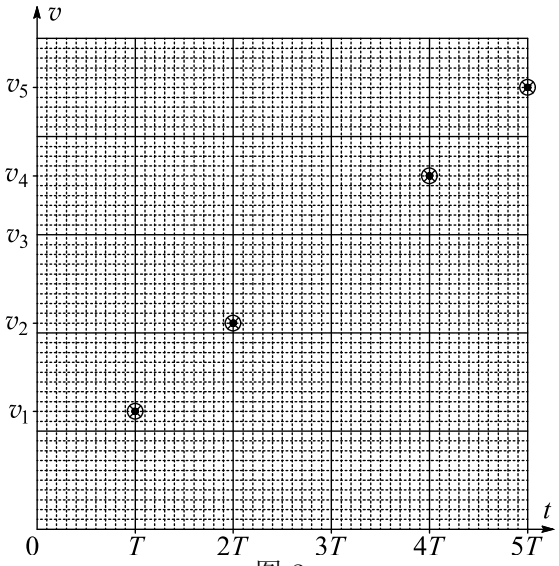


图 3

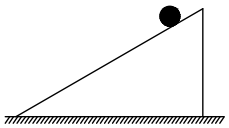


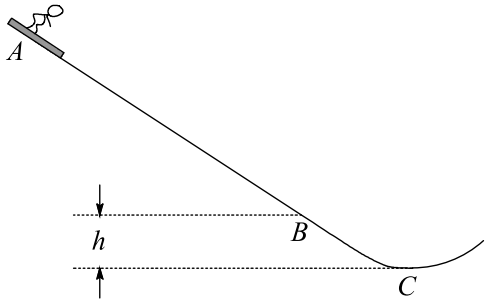
图 4

10. 2022 年将在我国举办第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。某滑道示意图如下，长直助滑道 AB 与弯曲滑道 BC 平滑衔接，滑道 BC 高 $h = 10\,\mathrm{m}$，C 是半径 $R = 20\,\mathrm{m}$ 圆弧的最低点，质量 $m = 60\,\mathrm{kg}$ 的运动员从 A 处由静止开始匀加速下滑，加速度 $a = 4.5\,\mathrm{m/s^2}$，到达 B 点时速度 $v_B = 30\,\mathrm{m/s}$。取重力加速度 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 求长直助滑道 AB 的长度 L；

(2) 求运动员在 AB 段所受合外力的冲量 I 的大小；

(3) 若不计 BC 段的阻力，画出运动员经过 C 点时的受力图，并求其所受支持力 F_N 的大小。



11. 如图 1 所示，用电动势为 E、内阻为 r 的电源，向滑动变阻器 R 供电。改变变阻器 R 的阻值，路端电压 U 与电流 I 均随之变化。

(1) 以 U 为纵坐标，I 为横坐标，在图 2 中画出变阻器阻值 R 变化过程中 $U-I$ 图像的示意图，并说明 $U-I$ 图像与两坐标轴交点的物理意义。

(2) a. 请在图 2 画好的 $U-I$ 关系图线上任取一点，画出带网格的图形，以其面积表示此时电源的输出功率；

b. 请推导该电源对外电路能够输出的最大电功率及条件。

(3) 请写出电源电动势定义式，并结合能量守恒定律证明：电源电动势在数值上等于内、外电路电势降落之和。

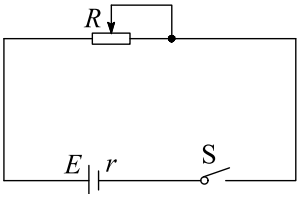


图 1

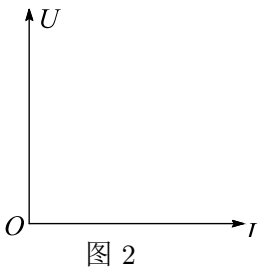


图 2

12. (1) 静电场可以用电场线和等势面形象描述。

a．请根据电场强度的定义和库仑定律推导出点电荷 Q 的场强表达式；

b．点电荷的电场线和等势面分布如图所示，等势面 S_1、S_2 到点电荷的距离分别为 r_1、r_2。我们知道，电场线的疏密反映了空间区域电场强度的大小。请计算 S_1、S_2 上单位面积通过的电场线条数之比 N_1/N_2。

(2) 观测宇宙中辐射电磁波的天体，距离越远单位面积接收的电磁波功率越小，观测越困难。为了收集足够强的来自天体的电磁波，增大望远镜口径是提高天文观测能力的一条重要路径。2016 年 9 月 25 日，世界上最大的单口径球面射电望远镜 FAST 在我国贵州落成启用，被誉为“中国天眼”。FAST 直径为 500 m，有效提高了人类观测宇宙的精度和范围。

a．设直径为 100 m 的望远镜能够接收到的来自某天体的电磁波功率为 P_1，计算 FAST 能够接收到的来自该天体的电磁波功率 P_2；

b．在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的，仅以辐射功率为 P 的同类天体为观测对象，设直径为 100 m 望远镜能够观测到的此类天体数目是 N_0，计算 FAST 能够观测到的此类天体数目 N。

