2023 北京房山高三二模

物　　理

本试卷共 8 页，总分 100 分，考试时长 90 分钟。考生务必将答案作答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将答题卡交回，试卷自行保存。

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，下列说法正确的是（　　）

A. 温度是分子热运动剧烈程度的标志

B. 液体分子永不停息的无规则运动称为布朗运动

C. 内能是物体中所有分子热运动动能的总和

D. 一定质量的理想气体，压强仅与气体分子的平均动能有关

2. 下列说法正确的是（　　）

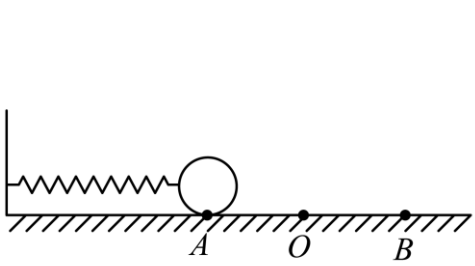
A. α 射线带正电，电离能力较弱，穿透能力较强

B. 放射性元素衰变的快慢跟原子所处的化学状态和外部条件有关

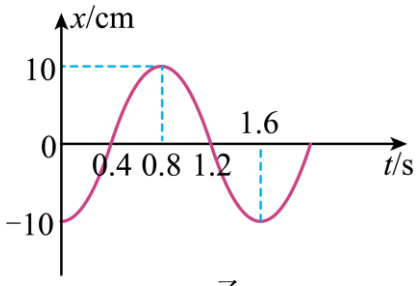
C. 热核反应发生后，需要外界不断给它提供能量才能使反应继续下去

D. 根据玻尔理论，电子从高能级跃迁到低能级，放出光子的能量由前后两个能级的能量差决定

3. 如图甲所示，弹簧振子的平衡位置为 O 点，在 A、B 两点之间做简谐运动，取向右为正方向，以振子从 A 点开始运动的时刻作为计时起点，振子的位移 x 随时间 t 的变化如图乙所示，下列说法正确的是（　　）



甲



乙

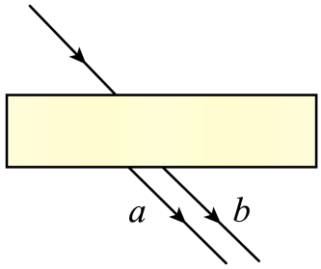
A. $t=0.4\text{s}$ 时，振子的速度方向向左

B. $t=0.8\text{s}$ 时，振子的加速度方向向右

C. $t=0.8\text{s}$ 到 $t=1.2\text{s}$ 的时间内，振子的回复力逐渐增大

D. $t=1.2\text{s}$ 到 $t=1.6\text{s}$ 的时间内，振子的动能逐渐减小

4. 如图所示，一束可见光穿过平行玻璃砖后，分为 a、b 两束。下列说法正确的是（　　）



A. 在平行玻璃砖中，b 光的速度比 a 光小

B. 平行玻璃砖对 b 光的折射率比 a 光大

C. 发生全反射时，b 光的临界角比 a 光大

D. 若用 a 光照射某金属刚好发生光电效应，则用 b 光照射一定能发生光电效应

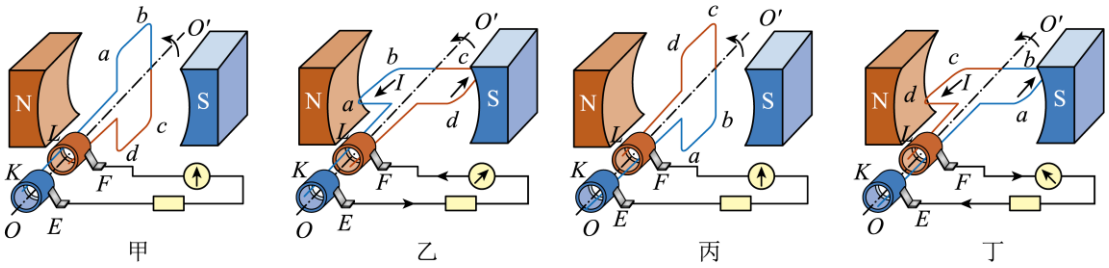
5. 在地铁运行过程中，某人把一根细绳的下端绑着一支圆珠笔，细绳的上端用电工胶布临时固定在地铁的竖直扶手上。他用手机拍摄了当时情景的照片，如图所示，拍摄方向跟地铁前进方向垂直，细绳与竖直方向夹角为 θ，重力加速度为 g。根据以上信息，可以确定（　　）



A. 地铁运行方向　　B. 地铁运行加速度方向

C. 圆珠笔的质量　　D. 地铁运行加速度大小为 $g\sin\theta$

6. 矩形线圈 $abcd$ 绕垂直于磁感线的固定轴 OO' 匀速转动，线圈平面位于如图所示的匀强磁场中。下列说法正确的是（　　）



A. 图甲时刻通过线圈的磁通量变化率最大　　B. 图乙时刻线圈中感应电流方向改变

C. 图丙时刻线圈中磁通量最大　　D. 图丁时刻线圈中感应电动势最小

7. 关于天体的一些信息如图表所示，仅利用表中信息不能估算出下列哪个物理量（　　）

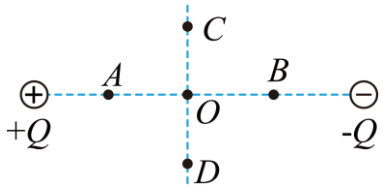
地球公转周期	约 365 天	地球表面重力加速度	约 9.8m/s^2
地球自转周期	约 24 小时	地球半径	约 6400km
月球公转周期	约 27 天	引力常量	$6.67\times10^{-11}\,\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

A. 地心到月球中心的距离　　B. 月球的质量

C. 地球的第一宇宙速度　　D. 地球同步卫星距离地面的高度

8. 如图所示，O 为等量异种点电荷连线的中点，A、B 为连线上的点，C、D 为其中垂线上的点，且 A、B、

C、D 距 O 点距离相等，取无穷远处的电势为零。下列说法正确的是（　　）



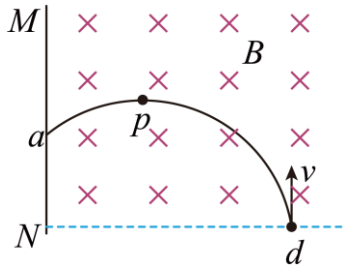
A. A、B 两点电势相等

B. C、D 两点电场强度不相同

C. O 点电势为零，电场强度也为零

D. 沿中垂线移动电荷，静电力始终不做功

9. 如图所示，匀强磁场的方向垂直纸面向里，一带电微粒从磁场边界 d 点垂直于磁场方向射入，沿曲线 dpa 打到屏 MN 上的 a 点。若该微粒经过 p 点时，与一个静止的不带电微粒碰撞并结合为一个新微粒，最终打到屏 MN 上。微粒所受重力均可忽略，下列说法正确的是（　　）



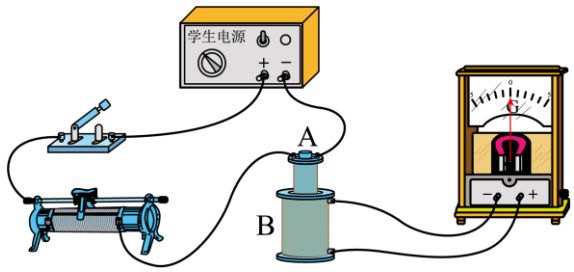
A. 微粒带负电

B. 碰撞后，新微粒运动轨迹不变

C. 碰撞后，新微粒运动周期不变

D. 碰撞后，新微粒在磁场中受洛伦兹力变大

10. 如图所示，在“探究感应电流产生的条件”实验中，正确连接好电路后，关于该实验，下列说法不正确的是（　　）



A. 开关闭合瞬间，电流表的指针发生偏转

B. 开关闭合后，电路达稳定状态，电流表指针不发生偏转

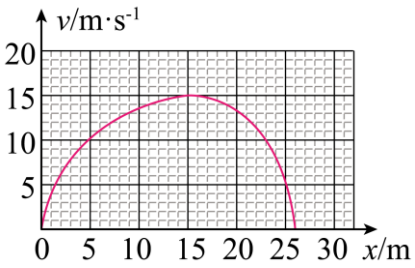
C. 开关闭合后，线圈 A 从线圈 B 中插入与拔出时，电流表指针发生偏转

D. 开关闭合后，滑动变阻器的滑片匀速滑动，电流表指针不发生偏转

11. 将传感器安装在蹦极运动员身上，可以测量出运动员在不同时刻下落的高度及速度，如图甲所示。运动员从蹦极台自由下落，根据传感器测到的数据，得到如图乙所示的 v-x 图像。下列说法正确的是（　　）



图甲



图乙

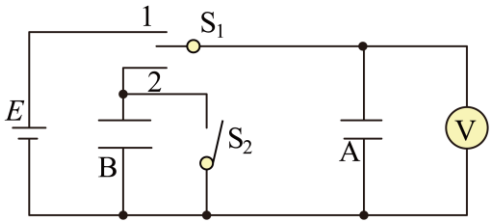
A. 运动员下落整个过程中加速度保持不变

B. 运动员下落整个过程中机械能守恒

C. 运动员下落 15m 时，弹性绳的拉力等于运动员的重力

D. 弹性绳达到原长，运动员的动能开始减小

12. 如图所示，取一个电容器 A 和数字电压表相连，把开关 S_1 接 1，用几节干电池串联后给 A 充电，可以看到 A 充电后数字电压表显示一定数值。取另一个相同的但不带电的电容器 B 跟 A 并联，通过改变开关 S_1 和 S_2 的闭合与断开状态，从而探究电容器两极板间电势差跟所带电荷量的关系，在没有电荷漏失的情况下，下列说法正确的是（　　）



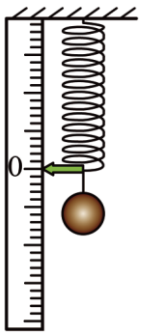
A. S_1 接 1，S_2 处于断开状态，A、B 两电容器都处于充电状态

B. S_1 从 1 接 2，S_2 处于断开状态，稳定后，A、B 两电容器电荷量相等

C. S_1 从 1 接 2，S_2 处于断开状态，电压表示数不变

D. S_1 从 2 断开，S_2 闭合，电压表示数逐渐减小

13. 某同学制作了一个“竖直加速度测量仪”，其构造如图所示。弹簧上端固定，在弹簧旁沿弹簧长度方向固定一直尺。弹簧下端悬挂重物，静止时，弹簧下端的指针指直尺上某一位置，标记为 0，将直尺不同刻度对应的加速度标在直尺上，就可用此装置直接测量电梯运行时竖直方向的加速度。下列说法正确的是（　　）



A. 指针指到 0 刻度时，说明电梯处于静止状态

B. 若电梯上升，则指针一直指在 0 刻线以下

C. 各刻度对应加速度的值是均匀的

D. 若改变重物的质量，则各刻度对应的加速度值不变

14. 2023 年 3 月，中国科学技术大学超导量子计算实验室成功实现了三维封装量子计算机原型，其主要构成材料之一为金属超导体。超导体指的是低于某一温度后电阻为零的导体，且当超导体置于外磁场中时，随着温度的降低，超导体表面能够产生一个无损耗的超导电流，这一电流产生的磁场，让磁感线被排斥到超导体之外。有人做过这样一个实验：将一锡块和一个磁性很强的小永久磁铁叠放在一起，放入一个浅平的塑料容器中。往塑料容器中倒入液态氮，降低温度，使锡块出现超导性。这时可以看到，小磁铁竟然离开锡块表面，飘然升起，与锡块保持一定距离后，便悬空不动了。根据以上材料可知（　　）

A. 超导体处在恒定的磁场中时温度降低，它的表面也不会产生感应电流

B. 超导体中的超导电流会产生焦耳热

C. 将超导体置于磁场中，处于超导状态时内部磁感应强度为零

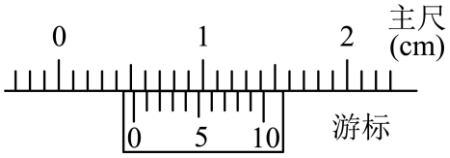
D. 将悬空在超导体上面的磁铁翻转 180°，超导体和磁铁间的作用力将变成引力

第二部分（非选择题共 58 分）

二、实验题（共 2 小题，18 分）

15. 实验测量、实验操作、数据分析和误差分析是物理实验的重要环节。

（1）用 10 分度的游标卡尺测量某物体直径如图所示，则直径 d = _____cm。



（2）在“探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系”的实验中，如图所示为所用实验器材，可拆变压器，学生电源，数字万用表。



关于本实验，下列说法正确的是_____。

A．为了保证人身安全，只能使用低压交流电源，原线圈所接电压不超过 12V

B．为了保证人身安全，变压器通电后不要用手接触裸露的导线或接线柱

C．变压器正常工作后，通过铁芯导电将电能从原线圈传递到副线圈

D．使用交流电压挡测电压时，先用最大量程挡测试，大致确定电压后再选用适当的挡位进行测量

（3）现将数字多用电表的选择开关旋至最合适的挡位后，分别测量原线圈匝数为 n_1 时的输入电压 U_1 和副线圈匝数为 n_2 时的输出电压 U_2，数据如下表。

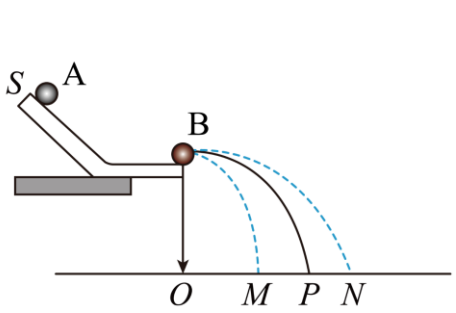
原线圈匝数 n_1（匝）	副线圈匝数 n_2（匝）	输入电压 U_1（V）	输出电压 U_2（V）

100	200	4.32	8.27
100	800	4.32	33.90
400	800	4.33	8.26
400	1600	4.33	16.52

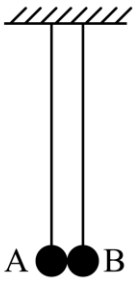
①在误差允许范围内，表中数据基本符合_____规律。

②进一步分析数据，发现输出电压比理论值偏小，请分析原因_____。

16. 利用如图甲所示的装置可以验证动量守恒定律，*O* 点是小球抛出点在地面上的垂直投影，实验时先让质量较大的入射小球 A 多次从斜槽上位置 *S* 由静止释放，通过白纸和复写纸找到其平均落地点的位置 *P*，测出水平射程 *OP*。然后，把大小相同，质量较小的被碰小球 B 静置于轨道末端，仍将甲入射小球 A 从斜槽上位置 *S* 由静止释放，与被碰小球 B 相碰，多次重复该操作，两小球平均落地点位置分别为 *M*、*N*。



甲



乙

（1）关于本实验，下列说法中正确的是_____。

A．A、B 两小球半径应相等

B．斜槽末端的切线必须水平

C．斜槽轨道必须光滑

D．在同一组实验中，小球 B 的落点并不重合，说明操作中出现了错误

（2）实验中需要的测量仪器有_____。

A．天平 B．打点计时器 C．刻度尺 D．秒表

（3）在某次实验中，两球质量分别为 m_A、m_B，记录的落点平均位置 *M*、*N* 几乎与 *OP* 在同一条直线上，在实验误差允许范围内，若近似满足关系_____，则可以认为两球碰撞前后在 *OP* 方向上动量守恒。

（4）某同学想验证碰撞中的动量守恒。选择大小相等、质量分别为 m_A、m_B（$m_A<m_B$）的两个小钢球 A、B，用等长的细线悬挂，如图乙所示。请简述利用该装置验证动量守恒的方法及需要测量的物理量_____。

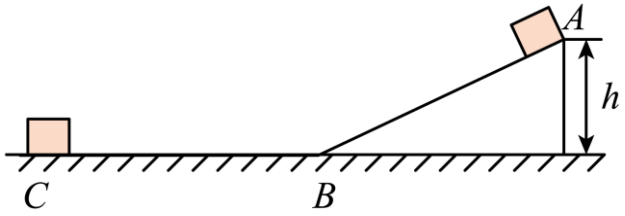
三、计算题（共 4 小题，共计 40 分）

17. 如图所示，一个质量 $m=2\text{kg}$ 的物块从光滑的斜面顶端 *A* 下滑，斜面高度 $h=1.25\text{m}$，斜面长为 2.5m。物块与水平面动摩擦因数为 0.1，斜面与水平面平滑连接，物块运动到水平面 *C* 点静止。*g* 取 10m/s^2，求：

（1）物块在斜面上运动时的加速度大小 *a*；

（2）物块到达斜面末端 B 点时的速度大小 v；

（3）物块在水平面运动的位移大小 x。

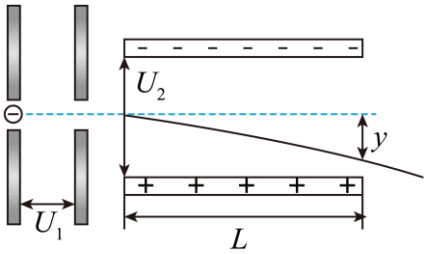


18. 电子经过电场加速后射入偏转电场。已知加速电场两极板间电压为 U_1，偏转电场两极板间电压为 U_2，极板长为 L，相距为 d，电子质量为 m，电荷量为 e，（重力不计）。求：

（1）电子离开加速电场时速度大小 v_0；

（2）电子离开偏转电场时竖直方向的位移大小 y；

（3）某同学认为将一价氢离子、一价氦离子和二价氦离子的混合物由静止开始进入该装置，它们会分离为三股粒子束。你认为这位同学的看法是否正确，请说明理由。

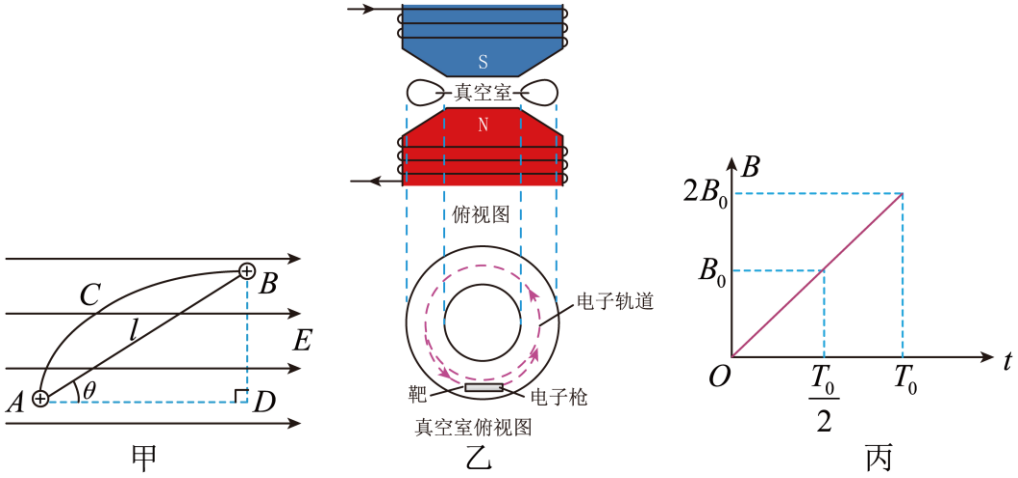


19.（1）在电场强度为 E 的匀强电场中任取 A、B 两点，把试探电荷 $q(q>0)$ 沿曲线 ACB 从 A 点移到 B 点。如图甲所示，A、B 两点间的距离为 l，与水平方向夹角为 θ，求静电力对试探电荷所做的功 W。

（2）现代科学研究中常要用到高速电子，电子感应加速器就是利用感生电场使电子加速的设备。它的基本原理如图乙所示，上、下为电磁体的两个磁极，磁极之间有一个环形真空室，电子在真空室中做圆周运动。已知电子的电荷量为 e，电子做圆周运动的轨道半径为 r，忽略相对论效应的影响。

a．电磁体的磁感应强度大小 B 随时间 t 的变化关系如图丙所示，电子在感生电场中加速，写出感生电场的方向，并求在 0-T_0 时间内，真空室中产生感应电动势大小 E；

b．均匀变化的磁场会在空间激发感生电场，该电场为涡旋电场。真空室中的电子受到感生电场力的作用定向移动，感生电场力对电子做了功。求电子在真空室中加速所受的感生电场力的大小 F，并分析说明涡旋电场中能否像静电场一样建立“电势”的概念。



20. 我国正进行太阳帆推进器研究，宇宙飞船上携带面积很大反射率极高的太阳帆。太阳帆推进器利用太阳光作用在太阳帆的压力提供动力，加速航天器。已知真空中光速为 c，光子的频率 v，普朗克常量 h，太阳帆面积为 S，单位时间内垂直照射到太阳帆单位面积上的太阳光能为 E，宇宙飞船的质量为 M，所有光子照射到太阳帆上后全部被等速率反射。

（1）求单位时间内作用在太阳帆上的光子个数 N；

（2）假设未打开太阳帆前宇宙飞船做匀速直线运动，太阳帆打开后，太阳光垂直照射，求宇宙飞船的加速度大小 a；

（3）若太阳在“核燃烧”的过程中每秒钟质量减少Δm，假设能量均以光子形式不断向外辐射。请你利用题目所给数据，说明如何估测宇宙飞船到太阳的距离 l。

参考答案

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.【答案】A

【解析】

【详解】A．温度是分子平均动能的标志，物体的温度越高，分子热运动越剧烈，分子的平均动能越大，故 A 正确；

B．悬浮在液体中小微粒的无规则运动称为布朗运动，液体分子的无规则运动称为热运动；故 B 错误；

C．根据内能的定义可知，内能是物体中所有分子热运动动能和分子势能的总和，故 C 错误；

D．从微观角度可知气体压强不仅与分子的平均动能有关，还与分子的密集程度有关，故 D 错误；

故选 A。

2.【答案】D

【解析】

【详解】A．α 射线的实质是氦核，带正电，三种射线中，α 射线的电离能力最强，穿透能力最弱，故 A 错误；

B．放射性元素衰变的快慢由原子核自身的因素决定，跟原子所处的化学状态和外部条件无关，故 B 错误；

C．核聚变一旦发生以后，就不再需要外界给它能量，靠自身产生的热就会使反应继续下去，故 C 错误；

D．玻尔理论的假设是提出了轨道量子化和能量量子化，根据玻尔理论，原子从高能态向低能态跃迁放出光子的能量等于前后两个能级之差，故 D 正确。

故选 D。

3.【答案】D

【解析】

【详解】A．由振动图可知$t=0.4\mathrm{s}$时，振子由平衡位置向正方向运动，说明振子的速度方向向右，故 A 错误；

B．由振动图可知，$t=0.8\mathrm{s}$时，振子在正向最大位移处，所以振子的加速度方向向左，故 B 错误；

C．$t=0.8\mathrm{s}$到$t=1.2\mathrm{s}$的时间内，振子从最大位移处往平衡位置运动，所以振子的回复力逐渐减小，故 C 错误；

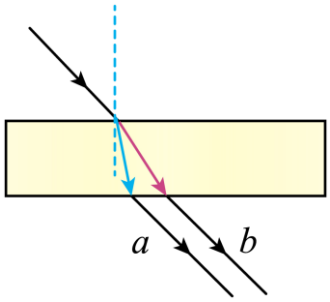
D．$t=1.2\mathrm{s}$到$t=1.6\mathrm{s}$的时间内，振子从平衡位置往最大位移处运动，振子的速度逐渐减小，振子的动能逐渐减小，故 D 正确。

故选 D。

4.【答案】C

【解析】

【详解】B．光路图如图所示



由图可知，以相同的入射角射入玻璃，a 光在玻璃中的折射角小于 b 光在玻璃中的折射角，根据折射定律

$$n=\frac{\sin i}{\sin r}$$

可知，玻璃对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率，故 B 错误；

A．光在介质中的传播速度为

$$v=\frac{c}{n}$$

由于玻璃对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率，所以在平行玻璃砖中，b 光的速度比 a 光大，故 A 错误；

C．根据临界角与折射率的关系

$$\sin C=\frac{1}{n}$$

由于玻璃对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率，所以发生全反射时，b 光的临界角比 a 光大，故 C 正确；

D．由于玻璃对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率，a 光的频率大于 b 光的频率，若用 a 光照射某金属刚好发生光电效应，则用 b 光照射一定不能发生光电效应，故 D 错误。

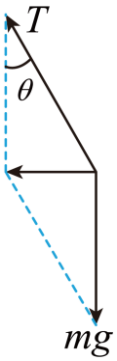
故选 C。

5.【答案】B

【解析】

【详解】AB．物体受绳子拉力方向沿绳子向上，受重力方向竖直向下，则物体所受的合力水平向左，由牛顿第二定律知，地铁运行加速度方向向左，但无法确定地铁的运行方向，故 B 正确，A 错误；

CD．圆珠笔受力如图



根据牛顿第二定律得

$$mg\tan\theta=ma$$

所以

$$a = g\tan\theta$$

无法计算圆珠笔的质量，故 CD 错误。

故选 B。

6.【答案】C

【解析】

【详解】AC．图中线圈平面与磁场方向垂直，此时穿过线圈的磁通量最大，而感应电动势、感应电流和磁通量的变化率均为零，感应电流在此位置改变方向，故 A 错误，C 正确；

BD．图中线圈平面与磁场方向平行，穿过线圈的磁通量为零，而感应电动势、感应电流和磁通量的变化率均达到最大，该时刻电流方向不变，故 BD 错误。

故选 C。

7.【答案】B

【解析】

【详解】A．在地球表面，物体的重力等于万有引力，有

$$\frac{GMm}{R^2} = mg$$

得地球的质量

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

已知地球表面重力加速度和地球的半径，以及已知引力常量，可估算地球的质量。

月球绕地球近似做匀速圆周运动，根据万有引力等于向心力，得

$$\frac{GMm}{r^2} = mr\frac{4\pi^2}{T^2}$$

已知 G 和 T，M 由上求出，由此式可以求出地心到月球中心的距离 r，故 A 正确；

B．月球作为环绕天体，不能求出月球的质量，故 B 错误；

C．第一宇宙速度即为近地卫星的运行速度，根据重力等于向心力，得

$$mg = m\frac{v^2}{R}$$

得地球的第一宇宙速度

$$v = \sqrt{gR}$$

g、R 均已知，所以可以估算第一宇宙速度，故 C 正确；

D．地球同步卫星绕地球做匀速圆周运动，根据万有引力等于向心力，得

$$\frac{GMm}{(R+h)^2} = m(R+h)\frac{4\pi^2}{T^2}$$

地球同步卫星的运行周期 T 等于地球自转的周期，由此式求出地球同步卫星离地面的高度 h，故 D 正确。

本题选不能估算的量，故选 B。

8.【答案】D

【解析】

【详解】A、*AB* 连线上的场强向右，沿电场线方向，电势逐渐降低，所以 *A* 点电势大于 *B* 点电势，故 A 错误；

B、*C*、*D* 两点到两点电荷的距离相等，由点电荷的场强公式与电场的叠加原理可知，*C*、*D* 两点电场强度大小相等、方向相同，故 B 错误；

CD、等量异号电荷连线的中垂线是等势线，中垂线上 *O* 点的电势与无穷远的电势相等为零，沿中垂线移动电荷，静电力始终不做功，但 *O* 点的电场强度不为零，电场强度方向向右，故 C 错误，D 正确；

故选 D。

9.【答案】B

【解析】

【详解】A．根据粒子的偏转方向，由左手定则可判断粒子带正电，故 A 错误；

B．带电粒子和不带电粒子相碰，遵守动量守恒，故总动量不变，总电量也保持不变，则

$$mv=\left(m+M\right)v'$$

解得

$$v'=\frac{mv}{M+m}$$

由

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

解得

$$r=\frac{mv}{qB}=\frac{p}{qB}$$

动量 *p*、电荷量 *q* 都不变，可知粒子碰撞前后的轨迹半径 *r* 不变，故轨迹不变，故 B 正确；

C．由周期公式$T=\frac{2\pi m}{qB}$可知，因碰撞后粒子质量增大，故粒子运动的周期增大，故 C 错误；

D．由洛伦兹力公式 $f=qvB$ 可知，由于碰撞后粒子速度减小，所以碰撞后，新微粒在磁场中受洛伦兹力减小，故 D 错误。

故选 B。

10.【答案】D

【解析】

【详解】A．开关闭合瞬间，线圈 B 的磁通量增大，产生感应电流，所以电流表的指针发生偏转，故 A 正确，不符合题意；

B．开关闭合后，电路达稳定状态，线圈 B 的磁通量不变，不产生感应电流，电流表指针不发生偏转，故 B 正确，不符合题意；

C．开关闭合后，线圈 A 从线圈 B 中插入与拔出时，线圈 B 的磁通量变化，产生感应电流，电流表指针发生偏转，故 C 正确，不符合题意；

D．开关闭合后，滑动变阻器的滑片匀速滑动，线圈 B 的磁通量变化，产生感应电流，电流表指针发生偏转，故 D 错误，符合题意。

故选 D。

11.【答案】C

【解析】

【详解】A．当运动员下落的高度小于弹性绳的自然长度之前，运动员只受重力，运动员加速度不变；当下落高度大于弹性绳的自然长度之后，弹性绳弹力逐渐增大，运动员的重力和弹性绳的合力提供加速度，所以运动员的加速度要先减小后反向增大，故 A 错误；

B．运动员下落的高度小于弹性绳的自然长度的过程中，运动员只受重力机械能守恒；当下落高度大于弹性绳的自然长度之后，弹性绳的弹力对运动员做负功，运动员的机械能减小，故 B 错误；

C．由图乙可知运动员下落 15m 时，运动员的速度最大，加速度为零，此时弹性绳的拉力等于运动员的重力，故 C 正确；

D．弹性绳达到原长，此时重力大于弹性绳的弹力，运动员会继续向下先做加速度减小的加速，直到加速度减为零，速度达到最大，动能达到最大，故 D 错误。

故选 C。

12.【答案】B

【解析】

【详解】A．S_1 接 1，S_2 处于断开状态，只有 A 电容器处于充电状态，故 A 错误；

B．S_1 从 1 接 2，S_2 处于断开状态，A、B 两电容器并联，稳定后，A、B 两电容器电压相等，所以电荷量相等，故 B 正确；

C．S_1 从 1 接 2，S_2 处于断开状态，A 放电、B 充电，电压表示数减小，达到稳定状态时电压表示数将变为原来的一半，故 C 错误；

D．S_1 从 2 断开，S_2 闭合，电压表示数不变，故 D 错误。

故选 B。

13.【答案】C

【解析】

【详解】A．静止时，弹簧下端的指针指直尺上某一位置，标记为 0，此时重力与弹簧弹力等大反向，处于平衡状态，所以指针指到 0 刻度时，说明电梯处于静止或者匀速直线运动状态，故 A 错误；

B．若电梯匀速上升，针指到 0 刻度；若电梯加速上升，重物处于超重，指针指在 0 刻线以下；若电梯减速上升，重物处于失重，指针指在 0 刻线以上，故 B 错误；

CD．若规定竖直向上为正方向，设稳定时弹簧长度的读数为 l，根据牛顿第二定律有

$$k(l-0)\times10^{-2}-mg=ma$$

可得

$$a=\frac{kl\times10^{-2}}{m}-g$$

可知各刻度对应加速度的值是均匀的，若改变重物的质量，则各刻度对应的加速度值要发生变化，故 C 正确，D 错误。

故选 C。

14.【答案】C

【解析】

【详解】A．超导体指的是低于某一温度后电阻为零的导体，且当超导体置于外磁场中时，随着温度的降低，超导体表面能够产生一个无损耗的超导电流，故 A 错误；

B．因为超导体的电阻为零，则超导电流不会产生焦耳热，故 B 错误；

C．超导体放入磁场中，超导体内部产生的磁感应强度为零，具有完全的抗磁性，故 C 正确；

D．由材料可知，超导体在外界磁场作用下，磁铁和超导体之间相互排斥，则将悬空在超导体上面的磁铁翻转 180°，超导体产生的感应电流方向也会相反，以使感应电流在超导体中产生的磁场与磁铁在超导体中产生的磁场的合磁场为零，超导体和磁铁间的作用力仍为斥力，故 D 错误。

故选 C。

第二部分（非选择题共 58 分）

二、实验题（共 2 小题，18 分）

15.【答案】 ①. 0.52 ②. ABD##ADB##BAD##BDA##DBA##DAB ③. 在误差允许的范围内，变压器原、副线圈的电压之比等于匝数之比 ④. 有漏磁、铁芯发热、导线发热等

【解析】

【详解】（1）[1]根据游标卡尺的读数规则有

$$0.5\text{cm}+2\times0.1\text{mm}=0.52\text{cm}$$

（2）[2]A．变压器改变的是交流电压，因此为了人身安全，原线圈两端只能使用低压交流电源，所用交流电压不超过 12V，A 正确；

B．为了保证人身安全，变压器通电后不要用手接触裸露的导线或接线柱，B 正确；

C．变压器开始正常工作后，通过电磁感应将电能从原线圈传递到副线圈，C 错误；

D．使用多用电表测电压时，先用最大量程挡试测，再选用恰当的挡位进行测量，D 正确。

故选 ABD。

（3）①根据表中数据，在误差允许的范围内基本符合，变压器原、副线圈的电压之比等于匝数之比，即有

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$$

②电压之比与匝数之比并不相等，主要原因是变压器不是理想变压器，有漏磁、铁芯发热、导线发热等能量损耗，使副线圈两端电压偏低。

16.【答案】 ①. AB##BA ②. AC##CA ③. $m_{\mathrm{A}}\cdot OP=m_{\mathrm{A}}\cdot OM+m_{\mathrm{B}}\cdot ON$ ④. 见解析

【解析】

【详解】（1）[1]ABC．在实验中，要保证两小球发生对心正碰，所以两小球半径相等，且小球离开斜槽应做平抛运动，所以斜槽末端切线水平，但不需要斜槽光滑，故 AB 正确，C 错误；

D．在同一组实验中，由于实验存在误差，所以小球 B 的落点并不重合，不能说明操作中出现错误，故 D 错误。

故选 AB。

（2）[2]两小球在碰撞过程中有

$$m_{\mathrm{A}}v_0 = m_{\mathrm{A}}v_1 + m_{\mathrm{B}}v_2$$

$$v_0 = \frac{OP}{t}$$

$$v_1 = \frac{OM}{t}$$

$$v_2 = \frac{ON}{t}$$

由于小球从相同高度做平抛运动，所以下落时间相等，所以

$$m_{\mathrm{A}} \cdot OP = m_{\mathrm{A}} \cdot OM + m_{\mathrm{B}} \cdot ON$$

即需要用天平测量小球的质量，刻度尺测量 O 点到平均落点的距离。

故选 AC。

（3）[3]由以上分析可知，在实验误差允许范围内，两球碰撞前后在 OP 方向上动量守恒，应满足的关系

$$m_{\mathrm{A}} \cdot OP = m_{\mathrm{A}} \cdot OM + m_{\mathrm{B}} \cdot ON$$

（4）[4]本实验中应将 A 球向左拉起，测量轻绳与竖直方向的夹角 θ，并将 A 球由该位置静止释放，两球在最低点发生碰撞，然后测量碰后 A 球反弹到最大高度时轻绳与竖直方向的夹角 α，B 球上升到最大高度时轻绳与竖直方向的夹角 β，根据机械能守恒定律有

$$m_{\mathrm{A}}gL(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}m_{\mathrm{A}}v_0^2$$

$$m_{\mathrm{A}}gL(1-\cos\alpha) = \frac{1}{2}m_{\mathrm{A}}v_1^2$$

$$m_{\mathrm{B}}gL(1-\cos\beta) = \frac{1}{2}m_{\mathrm{B}}v_2^2$$

根据动量守恒定律有

$$m_{\mathrm{A}}v_0 = m_{\mathrm{B}}v_2 - m_{\mathrm{A}}v_1$$

即

$$m_{\mathrm{A}}\sqrt{1-\cos\theta} = m_{\mathrm{B}}\sqrt{1-\cos\beta} - m_{\mathrm{A}}\sqrt{1-\cos\alpha}$$

三、计算题（共 4 小题，共计 40 分）

17.【答案】（1）$a = 5\mathrm{m/s}^2$；（2）5m/s；（3）12.5m

【解析】

【详解】（1）对物体受力分析，根据牛顿第二定律有

$$mg\sin\theta = ma$$

根据几何关系有

$$\sin\theta = \frac{h}{l}$$

解得

$$a = 5\text{m/s}^2$$

（2）物块从 A 到 B 根据运动学规律可得

$$v^2 = 2al$$

代入数据可得

$$v=5\text{m/s}$$

（3）在水平面上运动摩擦阻力提供加速度有

$$\mu mg = ma'$$

物块从 B 到 C 根据运动学规律可得

$$v^2 = 2a'x$$

代入数据可得

$$x=12.5\text{m}$$

18. 【答案】（1）$\sqrt{\frac{2eU_1}{m}}$；（2）$\frac{U_2L^2}{4dU_1}$；（3）见解析

【解析】

【详解】（1）电子在加速电场中做匀加速直线运动，有

$$eU_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

所以

$$v_0 = \sqrt{\frac{2eU_1}{m}}$$

（2）电子在偏转电场中做类平抛运动，有

$$L = v_0t$$

$$y = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{Ee}{m} = \frac{eU_2}{md}$$

所以

$$y = \frac{U_2L^2}{4dU_1}$$

（3）粒子离开偏转电场的速度偏转角为

$$\tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=\frac{at}{v_0}=\frac{U_2L}{2dU_1}$$

竖直方向的偏移量为

$$y=\frac{U_2L^2}{4dU_1}$$

由以上分析可知，粒子离开偏转电场时速度的偏转角、竖直方向的偏移量均与粒子的比荷无关，故不会分为三股粒子束。

19. 【答案】（1）$W=qEl\cos\theta$；（2）感生电场的方向为顺时针，$E=\frac{2\pi r^2B_0}{T_0}$；（3）$F=\frac{reB_0}{T_0}$，静电场的电场线是不闭合的曲线，沿电场线方向电势逐渐降低，而涡旋电场是闭合曲线，所以不能像静电场一样建立“电势”的概念。

【解析】

【详解】（1）根据功的公式得静电力对试探电荷所做的功

$$W=qEl\cos\theta$$

（2）a．由 B 随时间 t 的变化关系图可知，磁场随时间在均匀的增大，根据楞次定律可知，感应电流的方向为顺时针，所以感生电场的方向为顺时针，再根据法拉第电磁感应定律有

$$E=S\frac{\Delta B}{\Delta t}=\pi r^2\frac{2B_0}{T_0}=\frac{2\pi r^2B_0}{T_0}$$

b．电子运动一周感生电场力对电子做正功，有

$$W'=eE=F\cdot2\pi r$$

解得感生电场力的大小 F，

$$F=\frac{reB_0}{T_0}$$

静电场的电场线是不闭合的曲线，沿电场线方向电势逐渐降低，而涡旋电场是闭合曲线，所以不能像静电场一样建立“电势”的概念。

20. 【答案】（1）$\frac{ES}{h\nu}$；（2）$\frac{2ES}{Mc}$；（3）$\frac{c}{2}\cdot\sqrt{\frac{\Delta m}{\pi E}}$

【解析】

【详解】（1）一个光子的能量为

$$\varepsilon=h\nu$$

太阳帆每秒接受的能量为 ES，故每秒内接受的光子的个数为

$$N=\frac{ES}{h\nu}$$

（2）光子垂直射到太阳帆上再反射，动量变化量为 $2p$，设光对太阳帆的压力为 F，光子的动量为

$$p=\frac{h}{\lambda}$$

其中

$$\lambda=\frac{c}{\nu}$$

单位时间内由动量定理知

$$F\times 1=N\cdot 2p=\frac{2ES}{c}$$

由牛顿第二定律得

$$a=\frac{F}{M}=\frac{2ES}{Mc}$$

（3）太阳在“核燃烧”的过程中每秒钟质量减少Δm，则根据爱因斯坦的质能方程可知

$$\Delta E=\Delta mc^2$$

若能量均以光子形式不断向外辐射，则距离太阳 l 处的宇宙飞船在单位面积接收到的能量为

$$E=\frac{\Delta E}{4\pi l^2}$$

联立有

$$l=\frac{c}{2}\cdot\sqrt{\frac{\Delta m}{\pi E}}$$