

# 2016年江苏省高考物理试卷解析版

## 参考答案与试题解析

一、单项选择题：本题共5小题，每小题3分，共计15分，每小题只有一个选项符合题意。

1. (3分) 一轻质弹簧原长为8cm，在4N的拉力作用下伸长了2cm，弹簧未超出弹性限度，则该弹簧的劲度系数为 ( )

- A. 40 m/N                      B. 40 N/m                      C. 200 m/N                      D. 200 N/m

【考点】2S：胡克定律.

【专题】32：定量思想；4E：模型法；523：弹力的存在及方向的判定专题.

【分析】由题确定出弹簧的弹力和伸长的长度，根据胡克定律求解弹簧的劲度系数.

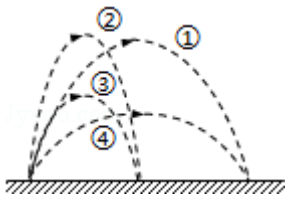
【解答】解：弹簧伸长的长度为： $x=2\text{cm}=0.02\text{m}$ ，弹簧的弹力为  $F=4\text{N}$ ，根据胡克定

律  $F=kx$  得： $k=\frac{F}{x}=\frac{4}{0.02}=200\text{N/m}$ 。故 ABC 错误，D 正确。

故选：D。

【点评】本题考查胡克定律的基本应用，关键要知道公式  $F=kx$  中， $x$  是弹簧伸长的长度或缩短的长度，不是弹簧的长度。该题还应特别注意单位。

2. (3分) 有 A、B 两小球，B 的质量为 A 的两倍。现将它们以相同速率沿同一方向抛出，不计空气阻力。图中①为 A 的运动轨迹，则 B 的运动轨迹是 ( )



- A. ①                              B. ②                              C. ③                              D. ④

【考点】44：抛体运动.

【专题】31：定性思想；43：推理法；518：平抛运动专题.

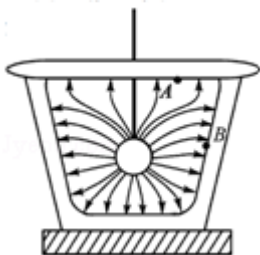
【分析】明确抛体运动的轨迹取决于物体的初速度和加速度，明确加速度均为重力加速度，即可分析小球 B 的运动轨迹。

【解答】解：两球初速度大小和方向均相同，同时因抛出后两物体均只受重力，故加速度相同，因此二者具有相同的运动状态，故 B 的运动轨迹也是①；选项 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

**【点评】** 本题考查对抛体运动的掌握，要注意明确质量不同的物体在空中加速度是相同的，而影响物体运动的关键因素在于加速度，与质量无关。

3. (3分) 一金属容器置于绝缘板上，带电小球用绝缘细线悬挂于容器中，容器内的电场线分布如图所示。容器内表面为等势面，A、B为容器内表面上的两点，下列说法正确的是 ( )



- A. A点的电场强度比B点的大  
B. 小球表面的电势比容器内表面的低  
C. B点的电场强度方向与该处内表面垂直  
D. 将检验电荷从A点沿不同路径到B点，电场力所做的功不同

**【考点】** A6：电场强度与电场力；AC：电势。

**【专题】** 31：定性思想；43：推理法；532：电场力与电势的性质专题。

**【分析】** A、根据电场线的疏密可判定电场强度的强弱；

B、依据沿着电场线方向电势是降低的，即可判定；

C、根据电场线总与等势线垂直，即可确定；

D、在同一等势线上，电场力做功为零。

**【解答】** 解：A、依据电场线越疏，电场强度越弱，而电场线越密的，则电场强度越强，由图可知，则A点的电场强度比B点的小，故A错误；

B、根据沿着电场线方向电势是降低的，可知，小球表面的电势比容器内表面的高，故B错误；

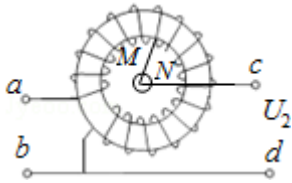
C、因容器内表面为等势面，且电场线总垂直于等势面，因此B点的电场强度方向与该处内表面垂直，故C正确；

D、因A、B在同一等势面上，将检验电荷从A点沿不同路径到B点，电场力所做的功相同，均为零，故D错误；

故选：C。

**【点评】**考查电场线的疏密与电场强度的强弱的关系，掌握电场线的方向与电势的高低的关系，理解电场线总垂直等势面，注意同一等势面上，电场力不做功。

4. (3分) 一自耦变压器如图所示，环形铁芯上只绕有一个线圈，将其接在 a、b 间作为原线圈。通过滑动触头取该线圈的一部分，接在 c、d 间作为副线圈。在 a、b 间输入电压为  $U_1$  的交变电流时，c、d 间的输出电压为  $U_2$ ，在将滑动触头从 M 点顺时针旋转到 N 点的过程中 ( )



- A.  $U_2 > U_1$ ,  $U_2$  降低  
 B.  $U_2 > U_1$ ,  $U_2$  升高  
 C.  $U_2 < U_1$ ,  $U_2$  降低  
 D.  $U_2 < U_1$ ,  $U_2$  升高

**【考点】**E8: 变压器的构造和原理.

**【专题】**31: 定性思想; 43: 推理法; 53A: 交流电专题.

**【分析】**本题属于自耦变压器，输入和输出的电压同样与匝数成正比，当滑动触头 M 顺时针转动时，输出电压的匝数将变小，从而可以判断输出的电压的变化情况。

**【解答】**解：根据变压器的电压关系有  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ,

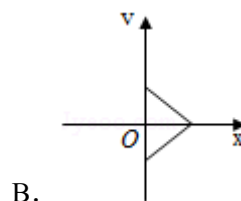
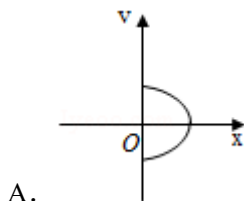
当滑动触头 M 顺时针转动时，即  $n_2$  减小时，电压  $U_2$  应该减小，即降低，

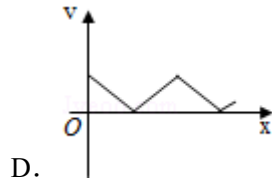
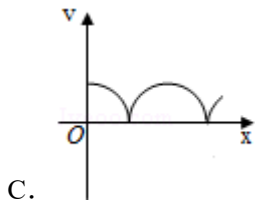
由于  $n_2 < n_1$ ，所以  $U_2 < U_1$ ，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

**【点评】**自耦变压器的原理和普通的理想变压器的原理是相同的，电压与匝数成正比，电流与匝数成反比，根据基本的规律分析即可。

5. (3分) 小球从一定高度处由静止下落，与地面碰撞后回到原高度再次下落，重复上述运动，取小球的落地点为原点建立坐标系，竖直向上为正方向，下列速度  $v$  和位置  $x$  的关系图象中，能描述该过程的是 ( )





【考点】II: 匀变速直线运动的图像.

【专题】34: 比较思想; 4B: 图析法; 512: 运动学中的图像专题.

【分析】小球先自由下落, 做匀加速直线运动, 与地面碰撞后, 做竖直上抛运动, 即匀减速直线运动, 之后不断重复. 小球在空中运动的加速度始终为  $g$ , 根据运动学公式列式分析  $v$  与  $x$  的关系, 再选择图象.

【解答】解: 以竖直向上为正方向, 则小球下落的速度为负值, 故 C、D 两图错误.

设小球原来距地面的高度为  $h$ . 小球下落的过程中, 根据运动学公式有:

$$v^2 = 2g(h - x), \text{ 由数学知识可得, } v - x \text{ 图象应是开口向左的抛物线.}$$

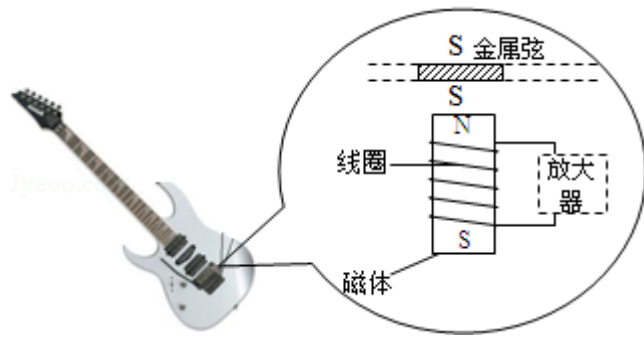
小球与地面碰撞后上升的过程, 与下落过程具有对称性, 故 A 正确, B 错误.

故选: A.

【点评】对于图象类型的选择题, 采用判断法和排除法相结合的方法, 可提高准确率和解题速度. 对于图象, 往往根据物理规律得到解析式再分析图象的形状.

**二、多项选择题: 本题共 4 个小题, 每小题 4 分, 共计 16 分, 每个选择题有多个选项符合题意. 全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 选错或不选的得 0 分.**

6. (4 分) 电吉他中电拾音器的基本结构如图所示, 磁体附近的金属弦被磁化, 因此弦振动时, 在线圈中产生感应电流, 电流经电路放大后传送到音箱发生声音, 下列说法正确的有 ( )



- A. 选用铜质弦, 电吉他仍能正常工作
- B. 取走磁体, 电吉他将不能正常工作
- C. 增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势
- D. 磁振动过程中, 线圈中的电流方向不断变化

【考点】BB：闭合电路的欧姆定律；D8：法拉第电磁感应定律；D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

【专题】31：定性思想；43：推理法；53C：电磁感应与电路结合。

【分析】电吉他的拾音器由磁铁和线圈组成，钢弦被磁化，弹动钢弦，相当于线圈做切割磁感线运动，在线圈中就会产生对应的音频电流，电流经放大后通过音箱，我们就听到了声音，根据  $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  可知，增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势。

【解答】解：A、铜不可以被磁化，则选用铜质弦，电吉他不能正常工作，故 A 错误；  
B、取走磁体，就没有磁场，振弦不能切割磁感线产生电流，电吉他将不能正常工作，故 B 正确；

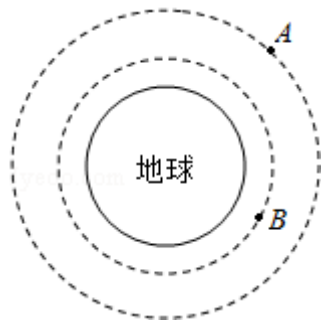
C、根据  $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  可知，增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势，故 C 正确；

D、磁振动过程中，磁场方向不变，但磁通量有时变大，有时变小，则线圈中的电流方向不断变化，故 D 正确。

故选：BCD。

【点评】本题考查了电吉他的原理，知道法拉第电磁感应定律在本题中的应用，特别注意铜不可以被磁化，则选用铜质弦，电吉他不能正常工作，难度适中。

7. (4分) 如图所示，两质量相等的卫星 A、B 绕地球做匀速圆周运动，用 R、T、 $E_k$ 、S 分别表示卫星的轨道半径、周期、动能、与地心连线在单位时间内扫过的面积。下列关系式正确的有 ( )



A.  $T_A > T_B$

B.  $E_{kA} > E_{kB}$

C.  $S_A = S_B$

D.  $\frac{R_A^3}{T_A^2} = \frac{R_B^3}{T_B^2}$

【考点】48：线速度、角速度和周期、转速；4D：开普勒定律；4F：万有引力定律及其

应用：4H：人造卫星。

【专题】32：定量思想；43：推理法；52A：人造卫星问题。

【分析】由开普勒定律第三定律可确定周期与半径的关系，据开普勒第二定律可确定扫过的面积相等，则可知半径大的速度小。

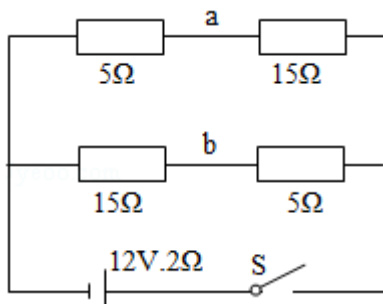
【解答】解：A、D、则开普勒第三定律可知周期的二次方与半径的三次方成正比，则 D 正确，A 的半径大，则其周期长，则 A 正确。

B、C、由开普勒第二定律可知绕同一中心天体运动的天体与中心天体连线在同一时间内扫过的面积相等，AB 不在同一轨道，则面积不同，轨道半径大的速度小，则 A 的速度小于 B 的，又质量相等，则 A 的动能小于 B 的动能，则 BC 错误；

故选：AD。

【点评】考查开普勒定律的内容，其中第二定律说明速度的变化近日点速度大，远日点速度小，第三定律确定了周期与半径的关系，熟练掌握并理解其内容是解题的关键，不难。

8. (4分) 如图所示的电路中，电源电动势为  $12\text{V}$ ，内阻为  $2\Omega$ ，四个电阻的阻值已在图中标出。闭合开关 S，下列说法正确的有 ( )



- A. 路端电压为  $10\text{V}$
- B. 电源的总功率为  $10\text{W}$
- C. a、b 间电压的大小为  $5\text{V}$
- D. a、b 间用导线连接后，电路的总电流为  $1\text{A}$

【考点】BB：闭合电路的欧姆定律。

【专题】32：定量思想；43：推理法；535：恒定电流专题。

【分析】由串并联电路分别出初态的外接电阻阻由欧姆定律确定外压，求电流定功率；确定出 a、b 间的电势求其电压；a、b 间用导线连接后电路结构变化，重新求电阻求电流。

【解答】解：A、B、外阻为  $R$ ： $R_1 = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10\Omega$ ，则  $I = \frac{E}{R+r} = \frac{12}{10+2} = 1A$ ，

则外压  $U = IR = 10V$ ，功率  $P = EI = 12W$ ，则 A 正确，B 错误；

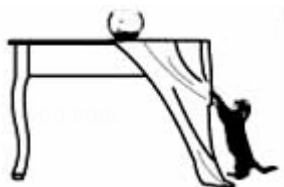
C、选电源负极为 0 势点，则 b 点电势为  $U = \frac{15}{15+5} \times 10 = 7.5V$ ，a 点电势为  $U = \frac{5}{15+5} \times 10 = 2.5V$ ，则 ab 间的电压为  $7.5 - 2.5 = 5V$ ，则 C 正确；

D、a、b 间用导线连接后外阻为  $R'$ ，则  $R' = 2 \times \frac{5 \times 15}{5+15} = 7.5\Omega$ ，则电流  $I' = \frac{E}{R'+r} = \frac{12}{7.5+2} = \frac{12}{9.5} \neq 1A$ ，则 D 错误；

故选：AC。

【点评】考查串并联电路电阻的求解及全电路欧姆定律，计算前要明确电路结构是求解问题的关键。

9. (4分) 如图所示，一只猫在桌边猛地将桌布从鱼缸下拉出，鱼缸最终没有滑出桌面。若鱼缸、桌布、桌面两两之间的动摩擦因数均相等，则在上述过程中 ( )



- A. 桌布对鱼缸摩擦力的方向向左
- B. 鱼缸在桌布上的滑动时间和在桌面上的相等
- C. 若猫增大拉力，鱼缸受到的摩擦力将增大
- D. 若猫减小拉力，鱼缸有可能滑出桌面

【考点】27：摩擦力的判断与计算。

【专题】31：定性思想；43：推理法；522：牛顿运动定律综合专题。

【分析】根据摩擦力性质可判断鱼缸受到的摩擦力方向以及拉力变化时摩擦力的变化情况；再根据牛顿第二定律以及运动学公式进行分析，明确拉力变化后运动位移的变化情况。

【解答】解：A、桌布向右拉出时，鱼缸相对于桌布有向左的运动，故鱼缸受到的摩擦力向右；故 A 错误；

B、由于鱼缸在桌面上和在桌布上的动摩擦因数相同，故受到的摩擦力相等，则由牛顿第二定律可知，加速度大小相等，但在桌面上做减速运动，则由  $v=at$  可知，它在桌布上的滑动时间和在桌面上的相等；故 B 正确；

C、鱼缸受到的摩擦力为滑动摩擦力，其大小与拉力无关，只与压力和动摩擦因数有关，因此增大拉力时，摩擦力不变；故 C 错误；

D、猫减小拉力时，桌布在桌面上运动的加速度减小，则运动时间变长；因此鱼缸加速时间变长，桌布抽出时的位移以及速度均变大，则有可能滑出桌面；故 D 正确；

故选：BD。

**【点评】** 本题考查牛顿第二定律以及摩擦力的应用，分析判断鱼缸受到的摩擦力是解题的关键，同时，还要注意掌握物体的运动情况，能根据牛顿第二定律进行分析。

三、简答题：本题分必做题（第 10、11 题）和选做题（第 12 题）两部分，共计 42 分。请将解答填写在答题卡相应位置。

10.（8 分）小明同学通过实验探究某一金属电阻的阻值  $R$  随温度  $t$  的变化关系。已知该金属电阻在常温下的阻值约  $10\Omega$ ， $R$  随  $t$  的升高而增大。实验电路如图 1 所示，控温箱用以调节金属电阻的温值。

实验时闭合 S，先将开关 K 与 1 端闭合，调节金属电阻的温度，分别记下温度  $t_1, t_2, \dots$  和电流表的相应示数  $I_1, I_2, \dots$ 。然后将开关 K 与 2 端闭合，调节电阻箱使电流表的实数再次为  $I_1, I_2, \dots$ ，分别记下电阻箱相应的示数  $R_1, R_2, \dots$ 。

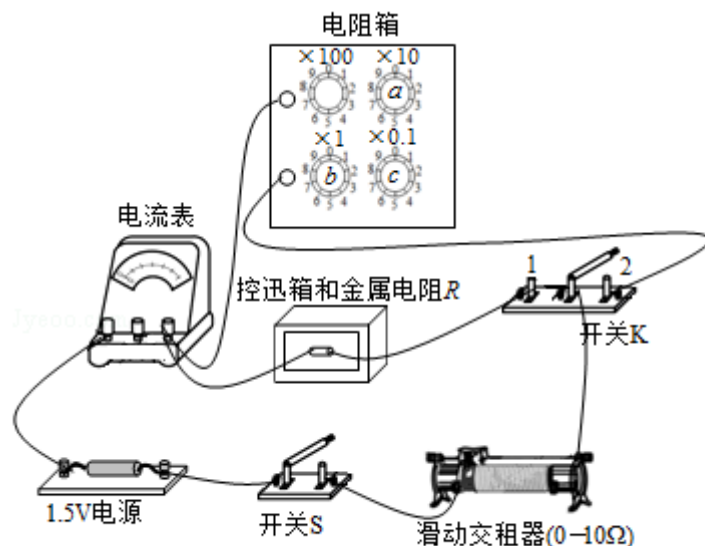


图1

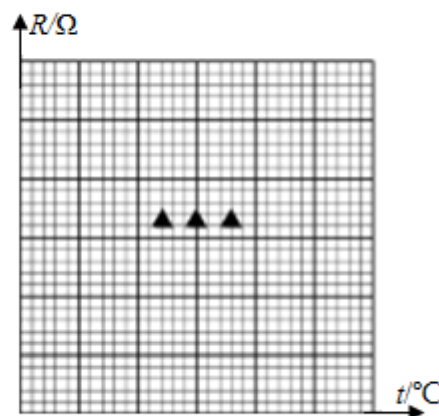


图2

(1) 有以下两电流表，实验电路中应选用   A  。

(A) 量程  $0\sim 100\text{mA}$ ，内阻约  $2\Omega$

(B) 量程 0~0.6A, 内阻可忽略

(2) 实验过程中, 要将电阻箱的阻值由  $9.9\Omega$  调节至  $10.0\Omega$ , 需旋转图中电阻箱的旋钮“a”、“b”、“c”, 正确的操作顺序是 ①②③。

①将旋钮 a 由“0”旋转至“1”

②将旋钮 b 由“9”旋转至“0”

③将旋钮 c 由“9”旋转至“0”

(3) 实验记录的 t 和 R 的数据见下表“

温度 t (°C)	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0
阻值 R ( $\Omega$ )	9.6	10.4	11.1	12.1	12.8

请根据表中数据, 在图 2 作出 R - t 图象。

由图线求得 R 随 t 的变化关系为  $R = \underline{R = 0.04t + 8.8}$ 。

**【考点】** N5: 描绘小电珠的伏安特性曲线。

**【专题】** 13: 实验题; 23: 实验探究题; 32: 定量思想; 4B: 图析法; 535: 恒定电流专题。

**【分析】** (1) 选择电学仪器要满足: 准确性原则、安全性原则、便于操作的原则。指针

偏转角度要大于满偏的  $\frac{1}{3}$ , 根据这些要求选择合适的电流表

(2) 电阻箱的调节考虑到电路安全, 从大到小调节

(3) 根据表中数据描点连线, 注意尽可能多的点在直线上, 偏离太远的点舍弃, 根据图线写出 R 随 t 变化的关系式

**【解答】** 解: (1) 已知电源的电动势为 1.5V, R 在常温下阻值约为  $10\Omega$ , 滑动变阻器的

阻值为 0 时, 电路中的最大电流约为  $I_{\max} = \frac{1.5}{10} A = 0.15 A = 150 mA$ , 当滑动变阻器的阻

值最大为  $10\Omega$  时, 电路中的电流最小约为  $I_{\min} = \frac{E}{R+R'} = \frac{1.5}{10+10} = 0.075 A = 75 mA$ , 考

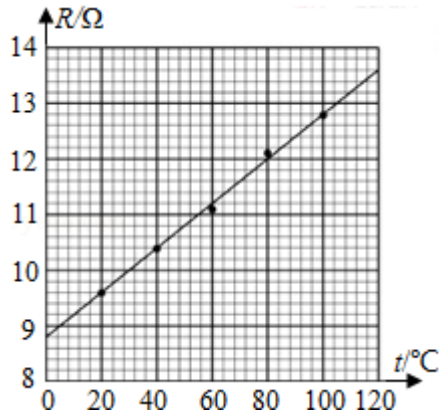
虑到准确性原则, 电流表 B 量程太大, 指针偏转角度小于满偏的  $\frac{1}{3}$ , 所以应选择电流表

A。

(2) 将电阻箱阻值由  $9.9\Omega$  调节到  $10.0\Omega$ , 要考虑到安全性原则, 如果先把 bc 旋钮调节

到 0，这样做很危险，电路中的电流过大可能会损坏电表，应该先把电阻箱阻值调大再慢慢减小，以确保电路的安全，操作步骤是先将旋钮 a 由“0”旋至“1”，然后将个位数及小数位旋转至 0，所以正确的顺序①②③

(3) 描点画图，如图所示



由图象可得 R 随 t 的变化关系为： $R=0.04t+8.8$

故答案为：(1) A；(2) ①②③；(3) 如图所示， $R=0.04t+8.8$

**【点评】** 本题考查了电学仪器的选择和操作及运用图象法进行数据处理，注重考查实际操作能力，突出证据意识，如考查改变电阻箱挡位的操作，对平时注重实验操作的考生有利。

11. (10 分) 某同学用如图 1 所示的装置验证机械能守恒定律。一根细线系住钢球，悬挂着铁架台上，钢球静止于 A 点，光电门固定在 A 的正下方。在钢球底部竖直地粘住一片宽度为 d 的遮光条。将钢球拉至不同位置由静止释放，遮光条经过光电门的挡光时间 t 时由计时器测出，取  $v = \frac{d}{t}$  作为钢球经过 A 点时的速度。记录钢球每次下落的高度 h 和计时器示数 t，计算并比较钢球在释放点和 A 点之间的势能变化大小  $\Delta E_p$  与动能变化大小  $\Delta E_k$ ，就能验证机械能是否守恒。

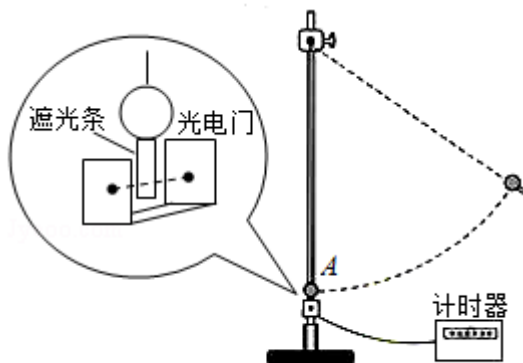


图1

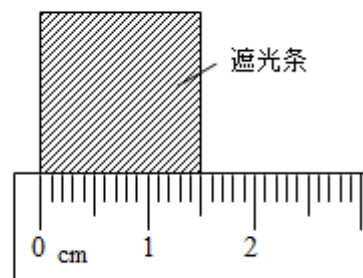


图2

(1)  $\Delta E_p = mgh$  计算钢球重力势能变化的大小，式中钢球下落高度  $h$  应测量释放时的钢球球心到 B 之间的竖直距离。

- (A) 钢球在 A 点时的顶端
- (B) 钢球在 A 点时的球心
- (C) 钢球在 A 点时的底端

(2) 用  $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2$  计算钢球动能变化的大小，用刻度尺测量遮光条宽度，示数如图 2 所示，其读数为 1.50 cm。某次测量中，计时器的示数为 0.0100s，则钢球的速度为  $v =$  1.50 m/s。

(3) 下表为该同学的实验结果：

$\Delta E_p (\times 10^{-2} \text{J})$	4.892	9.786	14.69	19.59	29.38
$\Delta E_k (\times 10^{-2} \text{J})$	5.04	10.1	15.1	20.0	29.8

他发现表中的  $\Delta E_p$  与  $\Delta E_k$  之间存在差异，认为这是由于空气阻力造成的。你是否同意他的观点？请说明理由。

(4) 请你提出一条减小上述差异的改进建议。

**【考点】** MD：验证机械能守恒定律。

**【专题】** 13：实验题；23：实验探究题；31：定性思想；43：推理法；52E：机械能守恒定律应用专题。

**【分析】** 小球下落的高度  $h$  是初末位置球心之间的高度差；

掌握刻度尺读数的方法，需估读一位；根据某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度求出最低点小球的速度；

根据动能表达式，从而得出动能的量增加，再结合下降的高度求出重力势能的减小量。

结合实验的装置与实验的原理，分析误差产生的原因，从而提出建议。

**【解答】** 解：(1) 小球下落的高度  $h$  是初末位置球心之间的高度差，所以要选 B；

(2) 刻度尺读数的方法，需估读一位，所以读数为 1.50cm；某次测量中，计时器的示数为 0.0100s，则钢球的速度为：

$$v = \frac{d}{t} = \frac{1.50 \times 10^{-2}}{0.0100} = 1.50 \text{m/s}$$

(3) 不同意。

从表中的数据可知，小球动能的增加量大于小球的重力势能的减小量；若空气的阻力造成的，则 $\Delta E_K$ 要小于 $\Delta W_P$ ，所以误差不是空气的阻力造成的。

(4)由图可知，在该实验中所求的速度是遮光片的速度，而不是小球的速度，二者之间的速度略有差别。

由于小球与遮光片都做圆周运动，它们具有相等的角速度 $\omega$ ，根据角速度与线速度之间的关系： $v=\omega r$ 可知，小球的速度与遮光片的速度之间的关系为：

$$\frac{v_{球}}{v_{遮}} = \frac{l}{L}$$

$l$ 和 $L$ 分别是小球的球心到悬点的距离和光电门到悬点的距离，所以在计算小球的动能

时，使用的速度为： $v_{球} = \frac{l}{L} v$

故答案为：(1) B；(2) 1.5, 1.5；(3) 不同意，空气的阻力造成的，则 $\Delta E_K$ 要小于 $\Delta W_P$ ，所以误差不是空气的阻力造成的；

(4) 分别是小球的球心到悬点的距离和光电门到悬点的距离 $l$ 和 $L$ ，在计算小球的动能

时，使用的速度为： $v_{球} = \frac{l}{L} v$ 。

**【点评】**对于基本测量仪器如游标卡尺、螺旋测微器等要了解其原理，要能正确使用这些基本仪器进行有关测量；

抓住某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度求出瞬时速度的大小是解题的关键。

**四、【选做题】**本题包括 A、B、C 三题，请选定其中两小题，并在相应的答题区域内作答，若多做，则按 A、B 两小题评分。**[选修 3-3] (12 分)**

12. (3 分) 在高原地区烧水需要使用高压锅，水烧开后，锅内水面上方充满饱和汽，停止加热，高压锅在密封状态下缓慢冷却，在冷却过程中，锅内水蒸汽的变化情况为 ( )

- A. 压强变小
- B. 压强不变
- C. 一直是饱和汽
- D. 变为未饱和汽

**【考点】**9G：饱和汽、未饱和汽和饱和汽压。

**【专题】**31：定性思想；43：推理法；54B：理想气体状态方程专题。

**【分析】**水上方蒸汽的气压叫饱和气压，只与温度有关，只要下面还有水，那就是处于饱和状态，根据饱和汽压的特点进行分析。温度降低时，液体分子的平均动能减小，单

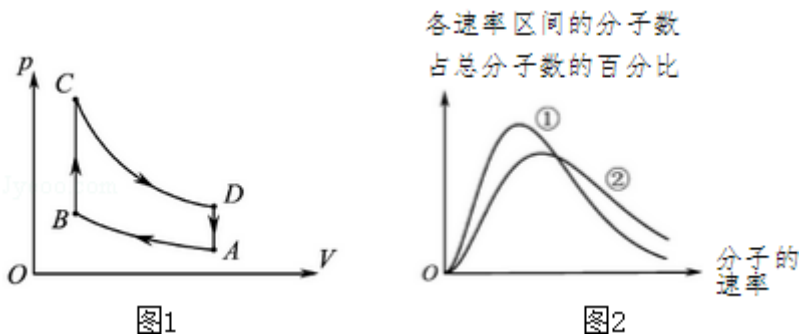
位时间里从液面飞出的分子数减少，所以达到动态平衡后该饱和汽的质量减小，密度减小，压强也减小。

**【解答】**解：水上方蒸汽的气压叫饱和气压，只与温度有关，只要下面还有水，那就是处于饱和状态，饱和气压随着温度的降低而减小，AC 正确，BD 错误；

故选：AC。

**【点评】**本题主要考查饱和汽和饱和汽压等概念的理解，关于这两个概念注意：饱和汽压随温度的升高而增大，饱和气压与蒸汽所占的体积无关，与该蒸汽中是否有其他气体也无关，不能用气体实验定律分析，这是饱和气体，不是理想气体，对于未饱和汽，气体实验定律近似适用。

13. (9分) (1) 如图 1 所示，在斯特林循环的  $p - V$  图象中，一定质量理想气体从状态 A 依次经过状态 B、C 和 D 后再回到状态 A，整个过程由两个等温和两个等容过程组成 B→C 的过程中，单位体积中的气体分子数目 不变 (选填“增大”、“减小”或“不变”)，状态 A 和状态 D 的气体分子热运动速率的统计分布图象如图 2 所示，则状态 A 对应的是 ① (选填“①”或“②”)。



(2) 如图 1 所示，在 A→B 和 D→A 的过程中，气体放出的热量分别为 4J 和 20J。在 B→C 和 C→D 的过程中，气体吸收的热量分别为 20J 和 12J。求气体完成一次循环对外界所做的功。

**【考点】**99：理想气体的状态方程。

**【专题】**11：计算题；32：定量思想；4C：方程法；54B：理想气体状态方程专题。

**【分析】**(1) 气体的内能只与温度有关，根据热力学第一定律有  $\Delta U = W + Q$  判断气体吸热还是发热；根据图象利用理想气体状态方程对每一个过程进行分析即可。

温度是分子热运动平均动能的标志；气体的分子的运动的统计规律：中间多，两头少；即大多数的分子的速率是比较接近的，但不是说速率大的和速率小的就没有了，也是同时存在的，但是分子的个数要少很多；

(2) 根据热力学第一定律即可求出气体对外做功是多少。

**【解答】**解：(1) 由图可知，图线 BC 与纵坐标平行，表示气体的体积不变，所以 B→C 的过程中，单位体积中的气体分子数目不变；

根据理想气体的状态方程： $\frac{PV}{T} = C$ 可知，气体的温度越高，压强与体积的乘积 PV 值越大，所以由图可知  $T_D > T_A$ ；

气体的分子的运动的统计规律：中间多，两头少；温度高，最可几速率向速度较大的方向移动；故  $T_1 < T_2$ ；因此状态 A 对应的是①。

(2) 在气体完成一次循环后的内能与开始时是相等的，所以内能不变，即  $\Delta U = 0$ ；

由图可知，A→B 和 D→A 的过程中，气体放出的热量分别为 4J 和 20J。在 B→C 和 C→D 的过程中气体吸收的热量分别为 20J 和 12J，则吸收的热量  $Q = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} = -4 + 20 + 12 - 20 = 8J$ 。

由热力学第一定律得： $\Delta U = Q + W$ ，所以  $W = -8J$

所以气体完成一次循环对外做功是 8J。

故答案为：(1) 不变；①；(2) 气体对外做功是 8J。

**【点评】**该题是图象问题，解题的关键从图象判断气体变化过程，利用理想气体状态方程，然后结合热力学第一定律进行分析判断即可解决。

#### [选修 3-4] (12 分)

14. (3 分) 一艘太空飞船静止时的长度为 30m，他以  $0.6c$  ( $c$  为光速) 的速度沿长度方向飞行经过地球，下列说法正确的是 ( )

- A. 飞船上的观测者测得该飞船的长度小于 30m
- B. 地球上的观测者测得该飞船的长度小于 30m
- C. 飞船上的观测者测得地球上发来的光信号速度小于  $c$
- D. 地球上的观测者测得飞船上发来的光信号速度小于  $c$

**【考点】** K2: \* 爱因斯坦相对性原理和光速不变原理； K4: \* 时间间隔的相对性； K5: \* 长度的相对性。

**【专题】** 32: 定量思想； 43: 推理法； 54J: 光的波粒二象性和物质波专题。

**【分析】** 狭义相对论的基本假设之一是光速不变原理；

长度的相对性： $l = l_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}$ ，即一条沿自身长度方向运动的杆，其长度 (1) 总比杆

静止时的长度 ( $l_0$ ) 小.

**【解答】**解: A、飞船上的观测者测得该飞船的长度是静止时的长度, 为 30m, 故 A 错误;

B、地球上的观测者测得该飞船的长度是以  $0.6c$  的速度沿长度方向飞行时长度, 为:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = 30 \times \sqrt{1 - \left(\frac{0.6c}{c}\right)^2} = 24\text{m} < 30\text{m}, \text{ 故 B 正确};$$

C、根据狭义相对论的光速不变原理, 飞船上的观测者测得地球上发来的光信号速度等于  $c$ , 地球上的观测者测得飞船上发来的光信号速度也等于  $c$ , 故 CD 错误;

故选: B.

**【点评】**本题关键是记住狭义相对论的光速不变原理, 知道运动中的尺缩效应;

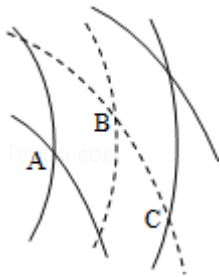
狭义相对论的两个基本假设:

(1) 狭义相对性原理: 在不同的惯性参考系中, 一切物理规律都是相同的.

(2) 光速不变原理: 真空中的光速在不同的惯性参考系中都是相同的.

15. (9分) (1) 杨氏干涉实验证明光的确是一种波, 一束单色光投射在两条相距很近的狭缝上, 两狭缝就成了两个光源, 它们发出的光波满足干涉的必要条件, 则两列光的频率相同. 如图所示, 在这两列光波相遇的区域中, 实线表示波峰, 虚线表示波谷, 如果放置光屏, 在C (选填“A”、“B”或“C”)点会出现暗条纹.

(2) 在上述杨氏干涉试验中, 若单色光的波长  $\lambda = 5.89 \times 10^{-7}\text{m}$ , 双缝间的距离  $d = 1\text{mm}$ , 双缝到屏的距离  $l = 2\text{m}$ . 求第 1 个亮光条纹到第 11 个亮条纹的中心间距.



**【考点】**HC: 双缝干涉的条纹间距与波长的关系.

**【专题】**31: 定性思想; 4B: 图析法; 54G: 光的干涉专题.

**【分析】**(1) 光波能发生稳定干涉的必要条件是频率相等. 波峰与波谷相遇的点振动减弱, 出暗条纹.

(2) 根据  $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$  求出干涉条纹的间距, 再求解第 1 个亮光条纹到第 11 个亮条纹的中

心间距.

**【解答】**解：(1) 产生稳定干涉图样的必要条件是两束光的频率相同. A、B 两点是波峰与波峰、波谷与波谷相遇的点，是振动加强点，出现明条纹，C 点波峰与波谷相遇，振动减弱，出现暗条纹.

$$(2) \text{ 相邻干涉条纹的间距为 } \Delta x = \frac{l}{d} \lambda = \frac{2}{0.001} \times 5.89 \times 10^{-7} \text{m} = 1.178 \times 10^{-3} \text{m}$$

则第 1 个亮光条纹到第 11 个亮光条纹的中心间距为  $S = 10\Delta x = 1.178 \times 10^{-2} \text{m}$

故答案为：(1) 频率，C. (2) 第 1 个亮光条纹到第 11 个亮光条纹的中心间距为  $1.178 \times 10^{-2} \text{m}$ .

**【点评】**解决本题的关键掌握双缝干涉条纹的规律和干涉条纹间距公式  $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ . 知道干涉条纹是均匀分布的.

### [选修 3-5] (12 分)

16. 贝克勒尔在 120 年前首先发现了天然放射现象，如今原子核的放射性在众多领域中有着广泛应用。下列属于放射性衰变的是 ( )

- A.  ${}^6_{14}\text{C} \rightarrow {}^7_{14}\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$
- B.  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{131}_{53}\text{I} + {}^{103}_{39}\text{Y} + 2 {}^1_0\text{n}$
- C.  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
- D.  ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}$

**【考点】**JA：原子核衰变及半衰期、衰变速度；JF：原子核的人工转变；JJ：裂变反应和聚变反应.

**【专题】**31：定性思想；43：推理法；54O：衰变和半衰期专题.

**【分析】**放射性衰变是指不稳定原子核自发地放射出射线而转变为另一种原子核的过程，放出的射线包括  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  射线， $\beta$  衰变生成的是电子， $\alpha$  衰变生成的是  $\alpha$  粒子，裂变是重核裂变成轻核，聚变是轻核生成重核，据此分析即可.

**【解答】**解：A、A 选项的反应释放出电子，属于  $\beta$  衰变，故 A 正确；

B、B 选项属于重核裂变，故 B 错误；

C、B 选项属于轻核聚变，故 C 错误；

D、D 选项是原子核的人工转变，不是放射性衰变，故 D 错误。

故选：A。

【点评】本题难度不大，要知道衰变的生成物还有几个典型的核反应方程，属于基础题。

17. 已知光速为  $c$ ，普朗克常数为  $h$ ，则频率为  $\gamma$  的光子的动量为  $\frac{h\gamma}{c}$ 。用该频率的光垂直照射平面镜，光被镜面全部垂直反射回去，则光子在反射前后动量改变量的大小为  $\frac{2h\gamma}{c}$ 。

【考点】IG：物质波。

【专题】32：定量思想；43：推理法；54I：光电效应专题。

【分析】根据德布罗意波长公式  $\lambda = \frac{h}{p}$ ，结合  $c = \lambda\gamma$ ，即可求解；

根据动量是矢量，结合动量的变化公式  $\Delta p = -p - p$ ，即可求解。

【解答】解：根据德布罗意波长公式，则光子的动量为  $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\frac{c}{\gamma}} = \frac{h\gamma}{c}$ 。

取入射方向为正方向，则光子动量的变化量为  $\Delta p = p_{末} - p_{初} = -p - p = -2\frac{h\gamma}{c}$

因此当光被镜面全部垂直反射回去，光子的速度方向与开始时相反，

所以光子在反射前后动量改变量的大小为  $\frac{2h\gamma}{c}$ ；

故答案为： $\frac{h\gamma}{c}$ ； $\frac{2h\gamma}{c}$ 。

【点评】考查德布罗意波长公式  $\lambda = \frac{h}{p}$ ，并掌握速度、波长及频率的关系式，理解动量、

动量的变化均是矢量。注意正方向选取是列矢量式的前提。

六、计算题：本题共 4 小题，共计 47 分。解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的验算步骤，只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

18. 几种金属的逸出功  $W_0$  见下表：

金属	钨	钙	钠	钾	铷
$W_0$ ( $\times 10^{-19}\text{J}$ )	7.26	5.12	3.66	3.60	3.41

由一束可见光照射上述金属的表面，请通过计算说明哪些能发生光电效应。已知该可见光的波长的范围为  $4.0 \times 10^{-7} \sim 7.6 \times 10^{-7}\text{m}$ ，普朗克常数  $h=6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ 。

**【考点】** IC：光电效应。

**【专题】** 11：计算题；31：定性思想；34：比较思想；54I：光电效应专题。

**【分析】** 根据  $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$  求出可见光的最大光子能量，通过光子能量与逸出功比较，判断哪些金属可以发生光电效应。

**【解答】** 解：可见光的最大光子能量  $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}=\frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} \approx 5.0 \times 10^{-19}\text{J}$ 。

可见光子能量大于钠、钾、铷的逸出功，可以使钠、钾、铷发生光电效应。

答：可以使钠、钾、铷发生光电效应。

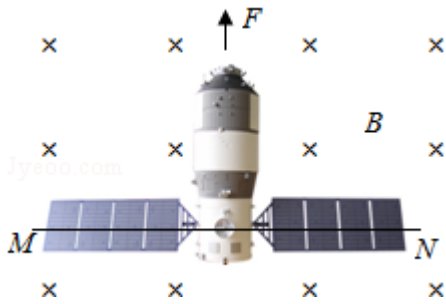
**【点评】** 解决本题的关键知道发生光电效应的条件，知道光子能量与波长的关系，波长越短，光子能量越大。

19. (15分) 据报道，一法国摄影师拍到“天宫一号”空间站飞过太阳的瞬间。照片中，“天宫一号”的太阳帆板轮廓清晰可见。如图所示，假设“天宫一号”正以速度  $v=7.7\text{km/s}$  绕地球做匀速圆周运动，运动方向与太阳帆板两端 M、N 的连线垂直，M、N 间的距离  $L=20\text{m}$ ，地磁场的磁感应强度垂直于  $v$ 、MN 所在平面的分量  $B=1.0 \times 10^{-5}\text{T}$ ，将太阳帆板视为导体。

(1) 求 M、N 间感应电动势的大小  $E$ ；

(2) 在太阳帆板上将一只“1.5V、0.3W”的小灯泡与 M、N 相连构成闭合电路，不计太阳帆板和导线的电阻。试判断小灯泡能否发光，并说明理由；

(3) 取地球半径  $R=6.4 \times 10^3\text{km}$ ，地球表面的重力加速度  $g=9.8\text{m/s}^2$ ，试估算“天宫一号”距离地球表面的高度  $h$  (计算结果保留一位有效数字)。



**【考点】** 4F：万有引力定律及其应用；D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

**【专题】** 12：应用题；32：定量思想；4E：模型法；53C：电磁感应与电路结合。

**【分析】** (1) 根据公式  $E=BLv$  求 M、N 间感应电动势的大小。

(2) 根据穿过回路的磁通量是否变化，从而判断小灯泡能否正常发光。

(3) 根据万有引力等于向心力，以及重力等于万有引力，分别列式，即可求 h。

**【解答】** 解：(1) M、N 间感应电动势的大小为：

$$E=BLv=1.0 \times 10^{-5} \times 20 \times 7.7 \times 10^3=1.54 \text{ V}$$

(2) 小灯泡与 M、N 相连构成闭合电路，穿过回路的磁通量不变，没有感应电流产生，所以小灯泡不能发光。

(3) “天宫一号”绕地球做匀速圆周运动，由万有引力提供向心力，则有：

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h}$$

在地球表面，有： $m' g = G \frac{Mm'}{R^2}$

联立解得： $h = \frac{gR^2}{v^2} - R$

代入数据解得： $h \approx 4 \times 10^5 \text{ m}$

答：(1) M、N 间感应电动势的大小 E 是 1.54 V。

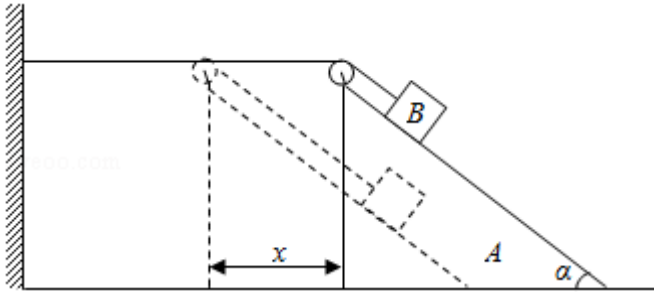
(2) 小灯泡与 M、N 相连构成闭合电路，穿过回路的磁通量不变，没有感应电流产生，所以小灯泡不能发光。

(3) “天宫一号”距离地球表面的高度 h 是  $4 \times 10^5 \text{ m}$ 。

**【点评】** 解决本题的关键要建立清晰的物理模型，知道产生感应电流的条件，明确卫星问题常用的两条解题万有引力等于向心力，以及重力等于万有引力。

20. (16 分) 如图所示，倾角为  $\alpha$  的斜面 A 被固定在水平面上，细线的一端固定于墙面，另

一端跨过斜面顶端的小滑轮与物块 B 相连，B 静止在斜面上。滑轮左侧的细线水平，右侧的细线与斜面平行。A、B 的质量均为  $m$ 。撤去固定 A 的装置后，A、B 均做直线运动。不计一切摩擦，重力加速度为  $g$ 。求：



- (1) A 固定不动时，A 对 B 支持力的大小  $N$ ；
- (2) A 滑动的位移为  $x$  时，B 的位移大小  $s$ ；
- (3) A 滑动的位移为  $x$  时的速度大小  $v_x$ 。

**【考点】** 37：牛顿第二定律；6B：功能关系；6C：机械能守恒定律。

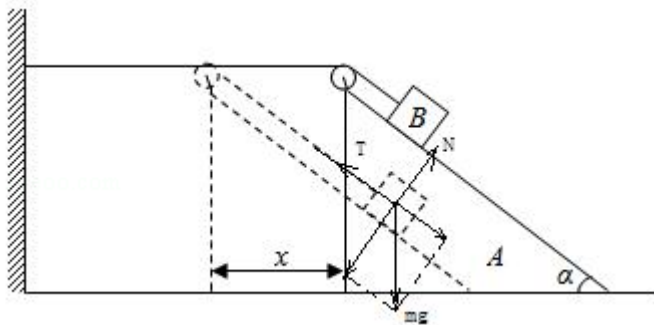
**【专题】** 11：计算题；32：定量思想；43：推理法；522：牛顿运动定律综合专题。

**【分析】** (1) 依据力的合成法则，结合平衡条件与三角知识，即可求解；

(2) 根据运动的合成与分解，结合各自位移存在的几何关系，及三角知识，即可求解；

(3) 根据系统只有重力做功，机械能守恒，结合相似三角形，得出速度之比等于位移之比，从而求解。

**【解答】** 解：(1) 根据受力分析：重力、支持力与绳子的拉力，

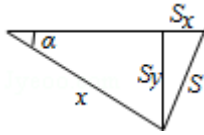


结合力的平行四边形定则，及平衡条件与三角知识，

则斜面的支持力大小为：

$$N = mg \cos \alpha;$$

(2) 撤去固定 A 的装置后，A、B 均做直线运动，根据运动的合成与分解，当 A 滑动的位移为  $x$  时，设 B 的位移大小  $s$ ，依据几何关系有：



则有：  $s_x = x(1 - \cos\alpha)$

$s_y = x \sin\alpha$

且  $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$ ;

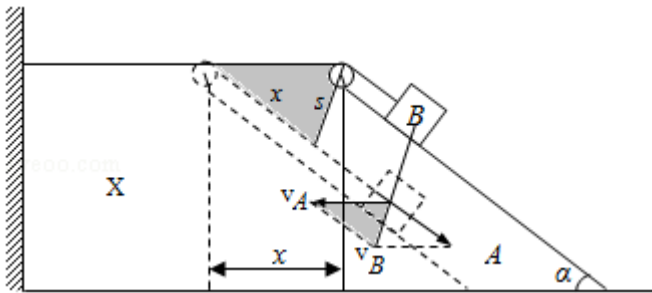
解得：  $s = x\sqrt{2(1 - \cos\alpha)} = 2x \sin\frac{\alpha}{2}$ ;

(3) 因 B 的下降的高度为  $s_y = x \sin\alpha$ ;

根据系统只有重力做功，机械能守恒定律，则有：

$$mgs_y = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

如下图所示，画阴影部分的三角形相似，依据位移之比等于速度之比，



可得：  $\frac{v_A}{v_B} = \frac{x}{s}$

则有：  $v_B = v_A \sqrt{2(1 - \cos\alpha)}$ ;

解得：  $v_A = \sqrt{\frac{2gxs \sin\alpha}{3 - 2\cos\alpha}}$

答：(1) A 固定不动时，A 对 B 支持力的大小  $mg \cos\alpha$ ;

(2) A 滑动的位移为 x 时，B 的位移大小  $2x \sin\frac{\alpha}{2}$ ;

(3) A 滑动的位移为 x 时的速度大小  $\sqrt{\frac{2gxs \sin\alpha}{3 - 2\cos\alpha}}$ 。

**【点评】** 考查力的平行四边形定则与平衡条件的应用，掌握运动的合成与分解与三角知识的内容，理解机械能守恒的条件，及其定律的运用，注意运用三角形相似，确定位移

之比与速度之比是解题的关键。

21. (16分) 回旋加速器的工作原理如图1所示, 置于真空中的D形金属盒半径为R, 两盒间狭缝的间距为d, 磁感应强度为B的匀强磁场与盒面垂直, 被加速粒子的质量为m, 电荷量为+q, 加在狭缝间的交变电压如图2所示, 电压值的大小为 $U_0$ . 周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ . 一

束该粒子在 $t = 0 - \frac{T}{2}$ 时间内从A处均匀地飘入狭缝, 其初速度视为零. 现考虑粒子在狭缝中的运动时间, 假设能够出射的粒子每次经过狭缝均做加速运动, 不考虑粒子间的相互作用. 求:

- (1) 出射粒子的动能 $E_m$ ;
- (2) 粒子从飘入狭缝至动能达到 $E_m$ 所需的总时间 $t_{\text{总}}$ ;
- (3) 要使飘入狭缝的粒子中有超过99%能射出, d应满足的条件.

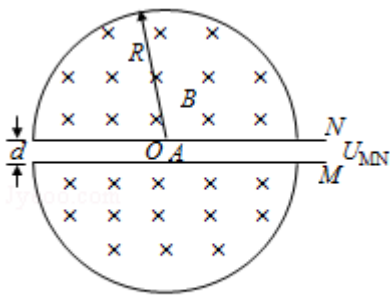


图1

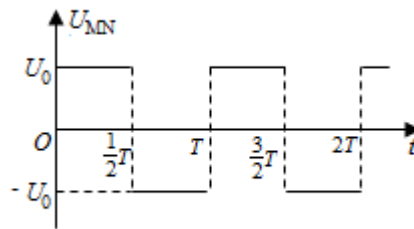


图2

**【考点】** CK: 质谱仪和回旋加速器的工作原理.

**【专题】** 11: 计算题; 32: 定量思想; 43: 推理法; 537: 带电粒子在复合场中的运动专题.

**【分析】** (1) 根据牛顿第二定律, 依据洛伦兹力提供向心力, 结合动能的表达式, 即可求解;

(2) 根据一次加速获得的动能, 结合总动能, 从而确定加速的次数, 再依据运动学公式, 求得在电场中加速的时间, 最后根据粒子在磁场中的周期公式, 即可求解;

(3) 根据只有在 $0$ 到 $(\frac{T}{2} - \Delta t)$ 时间内, 飘入的粒子才能每次均被加速, 结合有超过99%

能射出, 从而即可求解.

**【解答】** 解: (1) 粒子运动半径为R时, 依据牛顿第二定律, 结合洛伦兹力提供向心力,

则有：  $qvB = m \frac{v^2}{R}$ ,

且  $E_m = \frac{1}{2}mv^2$

解得：  $E_m = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ ;

(2) 粒子被加速  $n$  次到达动能为  $E_m$ ，则  $E_m = nqU_0$ ，

粒子在狭缝间做匀加速运动，设  $n$  次经过狭缝的总时间为  $\Delta t$ ；

而加速度  $a = \frac{qU_0}{md}$

因匀加速直线运动，依据运动学公式，则有：  $nd = \frac{1}{2}a \Delta t^2$

由  $t_{\text{总}} = (n-1) \frac{T}{2} + \Delta t$ ,

解得：  $t_{\text{总}} = \frac{\pi BR^2 + 2BRd}{2U_0} - \frac{\pi m}{qB}$

(3) 只有在  $0$  到  $(\frac{T}{2} - t)$  时间内，飘入的粒子才能每次均被加速，

则所占的比例为：  $\eta = \frac{\frac{T}{2} - \Delta t}{\frac{T}{2}}$

由于  $\eta > 99\%$ ，解得：  $d < \frac{\pi m U_0}{100q B^2 R}$ ;

答：(1) 出射粒子的动能  $\frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ ;

(2) 粒子从飘入狭缝至动能达到  $E_m$  所需的总时间  $\frac{\pi BR^2 + 2BRd}{2U_0} - \frac{\pi m}{qB}$ ;

(3) 要使飘入狭缝的粒子中有超过 99% 能射出， $d$  应满足的条件：  $d < \frac{\pi m U_0}{100q B^2 R}$ 。

**【点评】** 考查牛顿第二定律与向心力的表达式的内容，掌握依据一次加速获得的动能，

从而求得加速的次数是解题的突破口，理解只有在  $0$  到  $(\frac{T}{2} - \Delta t)$  时间内，飘入的粒子才能每次均被加速，注意粒子在电场一直处于匀加速的原因是粒子在磁场中速度大小不变，最后掌握粒子在磁场中运动的周期公式。