

中等专业学校教学用书

工程力学習題集

北京机器制造学校力学教研組編

高等教育出版社

中等专业学校教学用书

口

工程力学学习题集

北京机器制造学校

力学教研组编

高等教育出版社

本习题集是由北京机器制造学校担任理论力学和材料力学课程的部分教师根据前高等教育部批准的教学大纲、结合数年来教学经验而编写的。它可以作为中等专业学校机器制造专业的教学参考书,同时也可供非机器制造性质专业参考。习题的来源:一部分是根据已出版的习题集和教本或略加修改,一部分是参考兄弟学校有关资料,还有一部分是自撰的。所以它基本上能适合学生的需要。

本习题集内容分两部分:第一部分为理论力学,其中包括静力学、运动学、动力学三章,按照习题性质的不同,各章中又分为数节。第二部分为材料力学,其中包括拉伸和压缩、剪切和挤压、应力状态和强度理论、扭转、平面图形的惯性矩、弯曲、复合抗力、纵弯曲及动力载荷,共9节。

本习题集因编写时间仓促,来不及结合教学改革后的新情况,所以其中不妥之处一定不少,希望读者能多提意见,以便将来修订时参考。

工程力学习题集

北京机器制造学校力学教研组编

高等教育出版社出版 北京宣武门内承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业许可出字第054号)

京华印书局印刷 新华书店发行

统一书号 15010.755 开本 850×1168 $1/32$ 印张 4

字数 96,000 印数 0001—6,590 定价(7) 0.65

1959年6月第1版 1959年6月北京第1次印刷

序

这本习题集是根据过去我们在教学中用过的习题整理出来的,由于时间短促,来不及加以充实,因此编入的习题不多。习题的来源有这几方面:一部分选自已经发行的习题集和教本;一部分选自兄弟学校的资料;另外一部分是把现成的习题加以修改;还有一部分是自撰的。编选这些习题时,主要考虑的是中等专业学校学生的水平和他们能够用来完成作业的时间。这本习题集完全是按前高等教育部批准的教学大纲编选的。目前各校正在进行教学改革,其中所选习题一定有好些不能切合实际,因此希望兄弟学校有关教研组和读者多提意见和批评,以便将来加以修订和补充。

这本习题集的整理工作是由教研组教理论力学与材料力学课程的部分教师担任的。时间仓促,错误与不妥之处一定难免,诚恳地希望同志们指正。

北京机器制造学校力学教研组

目 录

第一部分 理論力学

第一章 靜力学	1
§ 1. 矢量运算初步	1
§ 2. 平面汇交力系	4
§ 3. 力矩、杠杆原理	10
§ 4. 平面平行力系、力偶	13
§ 5. 平面任意力系	21
§ 6. 空間力系	28
§ 7. 重心	34
§ 8. 摩擦	38
第二章 运动学	42
§ 9. 点的运动学	42
§ 10. 剛体繞定軸的轉动	49
§ 11. 点的复合运动	52
§ 12. 剛体的平面运动	56
第三章 动力学	59
§ 13. 质点动力学基本問題	59
§ 14. 功和功率	65
§ 15. 质点动力学定理	68
§ 16. 质点系动力学問題	71
§ 17. 剛体的平动和轉动	73

第二部分 材料力学

§ 18. 拉伸和压缩	76
§ 19. 剪切和挤压	84
§ 20. 应力状态和强度理論	88
§ 21. 扭轉	90
§ 22. 平面图形的慣性矩	93
§ 23. 弯曲	95
§ 24. 复合抗力	104
§ 25. 纵弯曲(压杆平衡的稳定性)	109
§ 26. 动力載荷	109

第一部分 理論力学

第一章 靜力学

§ 1. 矢量运算初步

1. 有两矢量 $\vec{a}$ 和 $\vec{b}$, 如图 1 所示。設 $a=15, b=20, \vec{a}$ 与 $\vec{b}$ 互相垂直, 求它們的和, 并用計算方法来驗證作图的結果。

2. 两矢量 $\vec{a}$ 和 $\vec{b}$, 夹角 60° , 且 $a=b=100$ 。求它們的和, 并用計算方法来驗證作图的結果。

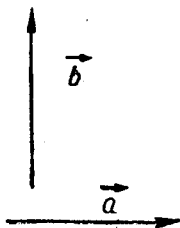


图 1

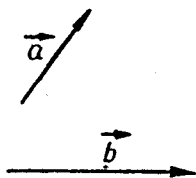


图 2

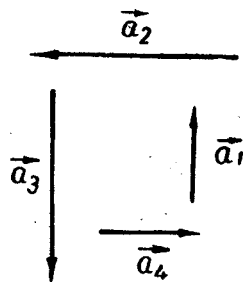


图 3

3. 求图 2 所示的两矢量 $\vec{a}$ 与 $\vec{b}$ 之和。 $a=3, b=5, \vec{a}$ 与 $\vec{b}$ 之間的夹角是 60° 。又若以 $m=2$ 来乘 $\vec{a}$ 与 $\vec{b}$, 再求 $m\vec{a}$ 与 $m\vec{b}$ 的合矢量。

4. 如图 3 所示的四个矢量, $\vec{a}_1$ 鉛直向上, $\vec{a}_2$ 水平向左, $\vec{a}_3$ 鉛直向下, $\vec{a}_4$ 水平向右, 并有 $a_1=a_4, a_2=a_3=2a_1$, 求它們的和。

5. 三个矢量 $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ (图 4), $a_1=4, a_2=5, a_3=3$ 。它們与水平軸 ox 所成的夹角分別是 $\alpha_1=45^\circ, \alpha_2=120^\circ, \alpha_3=240^\circ$ 。試用作图法根据下列三种不同順序来求它們的和:

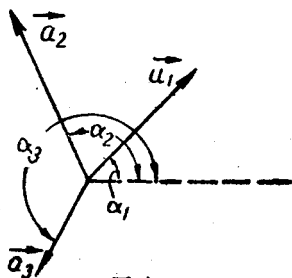


图 4

$$(1) \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3;$$

$$(2) \vec{a}_2 + \vec{a}_1 + \vec{a}_3;$$

$$(3) \vec{a}_3 + \vec{a}_1 + \vec{a}_2.$$

6. 三个矢量 $\vec{a}$ 、 $\vec{b}$ 、 $\vec{c}$ ，分别在正三角形 ABC 的三边上，见图 5。已知 $a=b=c$ ，求这三个矢量的合矢量。又若 $\vec{a}$ 的方向与图示的相反，结果应该怎样？

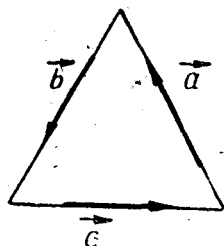


图 5

7. 图 6 中，已知矢量 $\vec{a}$ 的大小 $a=10$ 。试分别按下列的几种情况，把它分解为两个分矢量 $(\vec{a}_1, \vec{a}_2)$ 。

(1) 方向 $I-I$ 、 $II-II$ 互相垂直， $\vec{a}$ 与 $I-I$ 成 45° 角。

(2) 方向 $I-I$ 、 $II-II$ 夹角为 120° ， $\vec{a}$ 与 $I-I$ 、 $II-II$ 的夹角都是 60° 。

(3) 方向 $I-I$ 、 $II-II$ 夹角为 160° ， $\vec{a}$ 与 $I-I$ 、 $II-II$ 的夹角都是 80° 。

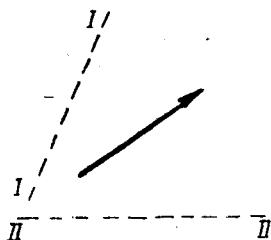


图 6

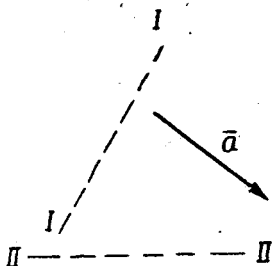


图 7

8. 有两矢量 $\vec{a}_1$ 、 $\vec{a}_2$ ，夹角为 60° ，且 $a_1=a_2=10$ ，试求 a_1-a_2 和 a_2-a_1 。

9. 方向 $I-I$ 与水平成 60° ， $II-II$ 为水平，矢量 $\vec{a}$ 与水平成 45° (图 7)。求：(1) 矢量 $\vec{a}$ 沿这两方向的分矢量的大小；(2) 矢量 $\vec{a}$ 在 $I-I$ 、 $II-II$ 上的投影。

10. 四个矢量的方向如图 8 所示, 求各个矢量在 x 轴上的投影。已知: $a_1=10, a_2=20, a_3=15, a_4=10$ 。矢量与轴共平面。

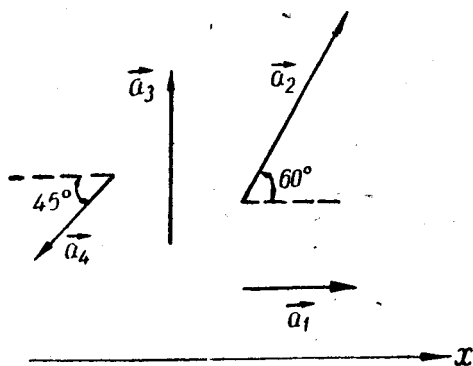


图 8

11. 四个矢量的方向如图 9 所示, 它们的大小是: $a_1=10, a_2=20, a_3=15, a_4=10$ 。求它们的合矢量 $\vec{a}$ 在 x 轴及 y 轴上的投影。 x 轴 y 轴与矢量共平面, x, y 轴互相垂直。

12. 在坐标平面 oxy 内有四个矢量, 它们的方向如图 10 所示, 大小为: $a_1=a_2=a_3=a_4=10$ 。求出它们在 ox 和 oy 轴上的投影, 并列表表示所得的结果。

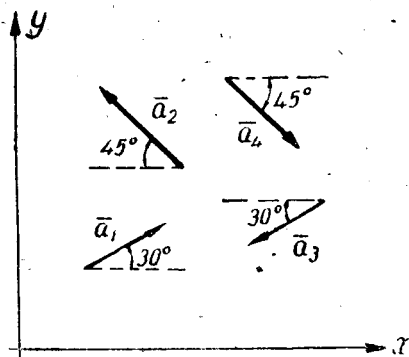


图 9

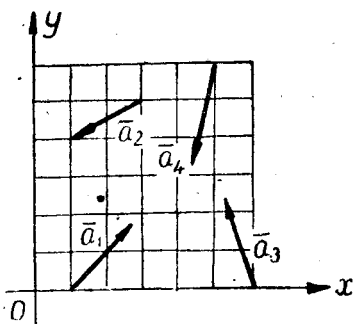


图 10

13. 与互相垂直的 x 和 y 轴共平面的三个矢量 a_1, a_2, a_3 , 它们的合矢量为 $\vec{a}$ 。现在已知 a_1, a_2 在 x 和 y 轴上的投影(见表), 求 $\vec{a}$ 在这两个轴上的投影。又根据这二个投影能否决定 $\vec{a}$ 的大小和方向。

	$\vec{a}_1$	$\vec{a}_2$	$\vec{a}$
X	5	-20	10
Y	4.33	-10	2.99

§ 2. 平面汇交力系

14. 已知 $P_1 = P_2 = 10$ 公斤, 用作图法求图 11 所示物体上两汇交力的合力 $\vec{P}$, 并用计算法来验证。

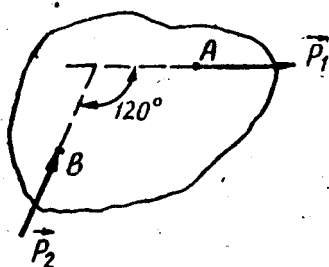


图 11

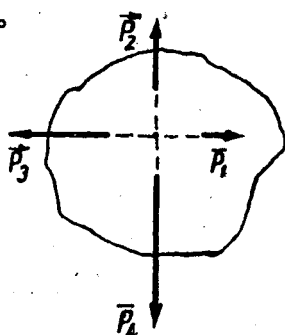


图 12

15. 如图 12 所示汇交于一点四个力: $P_1 = 10$ 公斤, 水平向右; $P_2 = 20$ 公斤, 铅直向上; $P_3 = 30$ 公斤, 水平向左; $P_4 = 40$ 公斤, 铅直向下。求它们的合力。

16. 图 13 所示汇交于一点的五个力, 已知: $P_1 = 10$ 公斤, $P_2 = 15$ 公斤, $P_3 = 20$ 公斤, $P_4 = 25$ 公斤, $P_5 = 30$ 公斤, 求它们的合力。

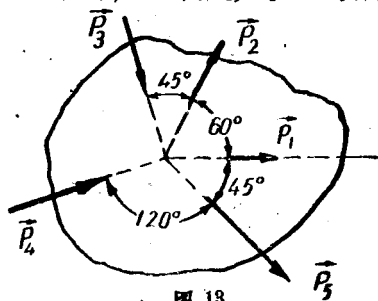


图 13

17. 放在斜角为 α 的光滑斜面上的物体(图 14), 重量为 G , 求物体对斜面的压力。

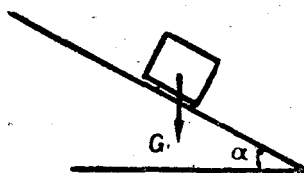


图 14

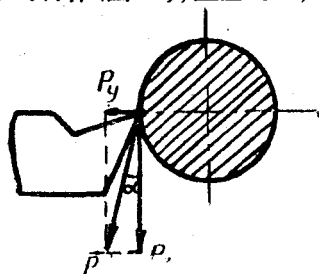


图 15

18. 图 15 所示车削一根小轴, 已知轴对车刀的铅直压力 $P_y = 90$ 公斤, 车刀的总压力 $P = 110$ 公斤, 试求水平压力(经向压力) P_x 的大小和 α 的大小。 α 是力 $\vec{P}$ 与铅直方向的夹角。

19. 绳 AC 铅直, 系于木桩的 C 点(图 16), 与铅直成 ϕ 角的绳 AB 与 AC 连接于 A 点。已知用铅直向上的力来拔起埋在土中的木桩需力 2,000 公斤。现用一水平力 $\vec{P}$ 作用于 A 点, 正好把桩拔起, 若 $P = 200$ 公斤。问 AB 绳的拉力多大? ϕ 角多大?

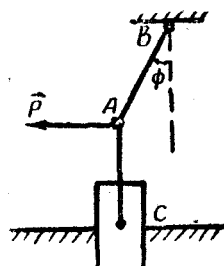


图 16

20. 圆球重 $G = 1,000$ 公斤, 靠着光滑的铅直墙壁, 搁在与水平成 30° 的斜面上(图 17), 求 A, B 处的反力。

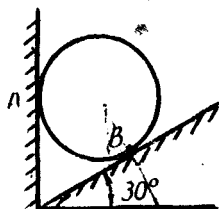


图 17

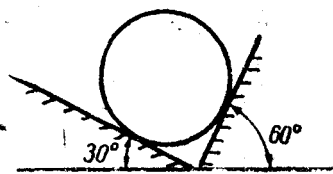


图 18

21. 一重量为 6 公斤的圆球放在夹角为 90° 的光滑 V 形槽中(图 18), 槽壁与水平所成的夹角一为 60° ; 一为 30° 。求槽壁对这

圓球的反力。

22. 光滑的圓球，重量 $G=1,000$ 公斤，用繩挂在鉛直的牆壁上(圖 19)，繩與牆面成夾角 $\alpha=30^\circ$ 。求繩與牆面接觸處的反力和繩的拉力。

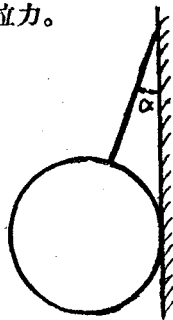


圖 19

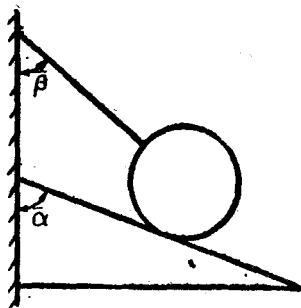


圖 20

23. 一重量為 G 的球擺置在光滑的斜板上，另用一繩子把它拉住(圖 20)。已知繩與鉛直牆壁的夾角為 β ，斜板與牆壁的夾角為 α 。求繩子的拉力和斜板的反力。

24. 球的重量 $G=10$ 公斤，由兩條繩子 AB 及 CD 拉住而維持其平衡(圖 21)。求這兩條繩對球的拉力各為若干？

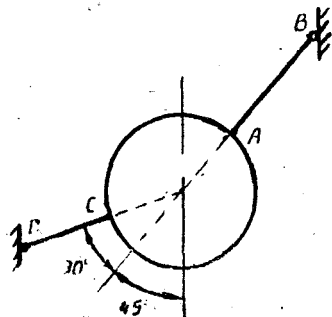


圖 21

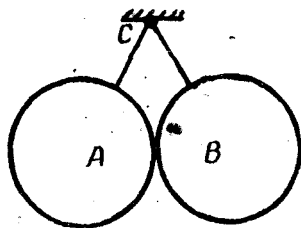


圖 22

25. 兩個半徑相同，重量相等的球 A 和 B ，如圖 22 所示，懸挂在天花板上。如已知球重為 10 公斤，兩根繩子的夾角為 60° ，兩根繩子的長度相等，求繩的拉力和二球之間的壓力。

26. 鉄制鍋炉放在磚砌的牆上(見圖 23), 它的半徑 $r=5$ 公尺, 重 $G=1,200$ 公斤。兩牆之間的距離 $l=8$ 公尺。求兩牆在 A 點, B 點處對鉄筒的反力。

27. 如圖 24 所示, 支架各杆均用光滑銷子連接, 在 B 處所挂重

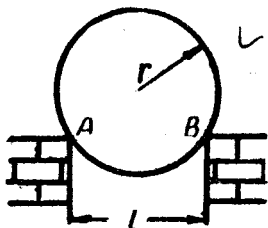


圖 23

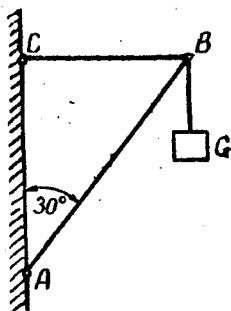


圖 24

物, $G=1,000$ 公斤, 求杆 AB 和 BC 作用于銷子 B 的力。

28. 圖 25 所示各支架的杆都是用光滑銷子來連接的。設在 B 處所挂重物, $G=100$ 公斤, 求杆 AB , BC 對銷子的反力。

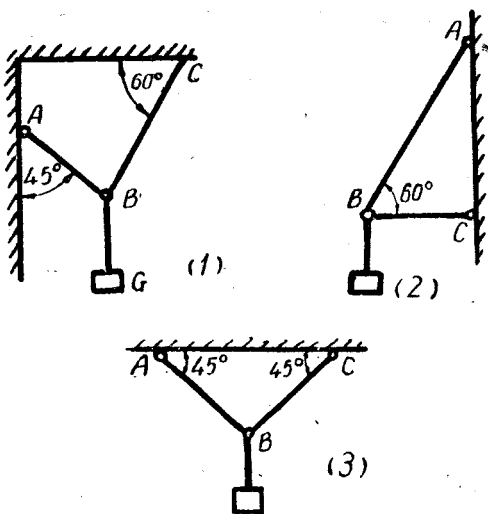


圖 25

29. 图 26 示结构的一部分, 四根杆用销钉连接在一起, 其中两根杆所受的力一为 3,000 公斤, 一为 1,000 公斤, 求另外两杆所受的力 $\vec{P}$ 和 $\vec{Q}$ 的大小。

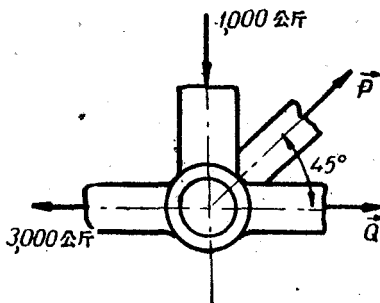


图 26

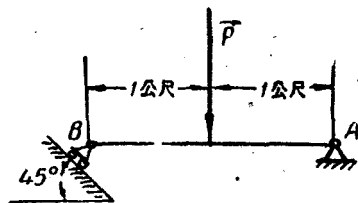


图 27

30. 图 27 所示一水平梁 AB , 重量不计, 受力 $\vec{P}$ 作用, 求支点 A 及 B 的反力。

31. 一刚架 $ABCD$ 支于 A 及 D 点。 A 点为固定铰链支座, D 点是活动铰链支座。在 B 处受一水平力 $\vec{P}$ 作用, 见图 28。试求 A 及 D 点的反力。刚架本身重量不计。

32. 水平杆 OA 可以绕铰链 O 转动, 在 A 端挂一重为 G 的物体 (图 29), 另用一绳 BC 维持杆的平衡, BC 与杆成夹角 α 。已知 $OA = 3AB$, $\alpha = 30^\circ$, $G = 1,000$ 公斤, 杆与绳的重量不计, 求绳的拉力 $\vec{T}$ 与铰链反力 $\vec{N}$ 。

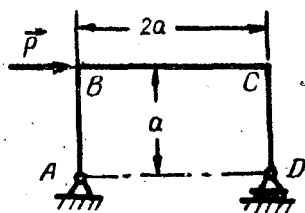


图 28

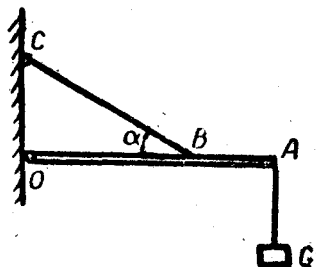


图 29

33. 梁 AB 由杆 CD 支持 (图 30), A, C, D 均为铰链连接, 求 C D 杆的拉力和铰链 A 的反力。已知 $P=3,000$ 公斤, 杆及梁重略去不计。

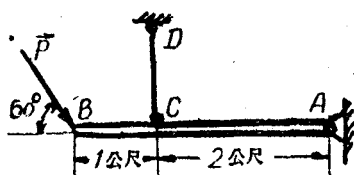


图 30

34. 均质杆 AB 重 2 公斤, 此重量可以看成集中作用于 AB 的中点铅直向下。用铰链 A 将杆的一端固定于铅直墙上, 并使杆与墙成 60° 角; 另一端则用绳 BC 吊住。 BC 与 AB 之间的夹角为 30° , 如图 31 所示。求铰链 A 的作用力与绳的拉力。

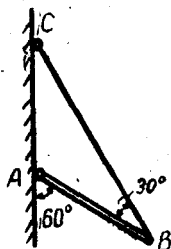


图 31

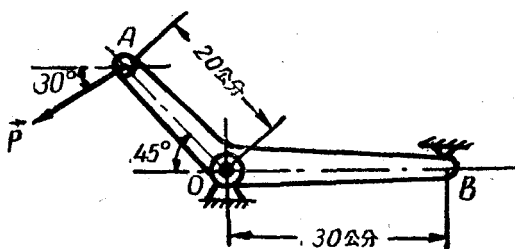


图 32

35. 曲杆 AQB , 用光滑销钉支于 O 点, 如图 32 所示。求在 A 点受力 $\vec{P}$ 作用时, B 点及销钉 O 的反力。已知 $P=80$ 公斤。

36. 两个光滑圆球, 半径相同, 重量均为 G , 放在光滑槽内 (图 33)。二球心的联线与水平成 30° , 求槽壁和槽底的反力。

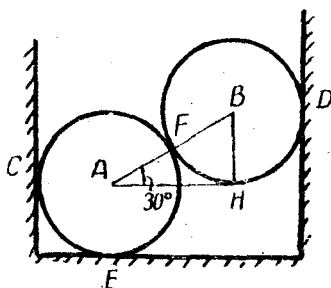


图 33

37. 三根同样的鉄管各重 120 公斤, 如图 34 所示。求槽壁与槽底的反作用力以及管子之间的压力。

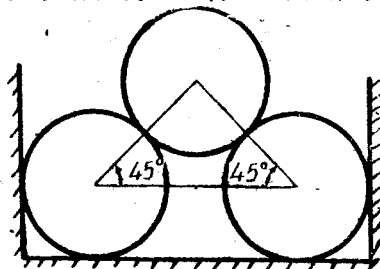


图 34

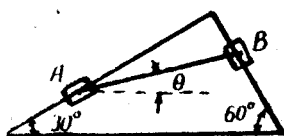


图 35

38. 有 AB 二物体, 可沿光滑斜杆滑动, 如图 35 所示。斜杆与水平成 30° 和 60° , A 的重量为 50 公斤, B 的重量为 200 公斤。用一无重軟繩連接这两个物体。求在平衡时, 繩中的拉力 $\bar{T}$ 的大小, 和繩子与水平所成的夹角。

39. 重 100 公斤和 75 公斤的两个物体, 搁在光滑的圓柱表面上(图 36), 它們是用无重軟繩連接的, 求繩子的拉力和角度 θ 之值。

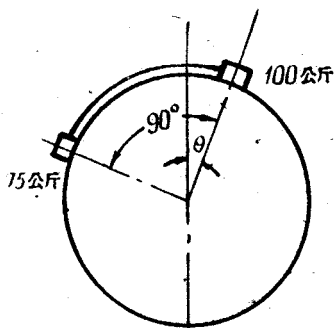


图 36

提示: 繩子对物体的拉力, 沿切綫方向。

§ 3. 力矩、杠杆原理

40. 如图 37 所示, 用扳手来擰紧螺帽, 施于扳手上 A 点的力 $\bar{P}$ 和 $\bar{P}_1$ 的大小分别是 10 公斤和 20 公斤。試分別計算, 力 $\bar{P}$ 和 $\bar{P}_1$ 对螺帽中心 O 的矩。

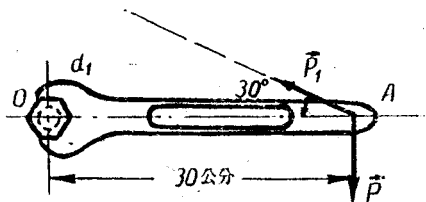


图 37

41. 如图 38 所示, 杆 AB 重量不計, 一端支持在固定支點 A 上。在 B 點用一繩懸挂重物 P , 另一繩則跨過光滑滑輪挂一重物 Q 。問杆成平衡時, 兩個力 $\vec{P}$ 與 $\vec{Q}$ 之間的关系是什么?

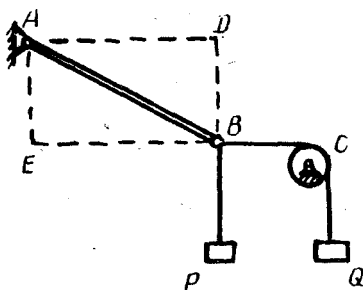


圖 38

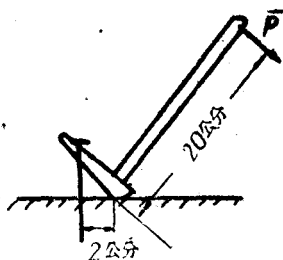


圖 39

42. 用釘錘拔釘(圖 39), 在錘釘上施一力 $\vec{P}$, 大小為 10 公斤, 此力的作用綫與支點之間的距離為 20 公分。設由 $\vec{P}$ 力作用剛好能將釘子拔出木板, 又若已知釘子與支點間的距離為 2 公分, 求木板對釘子的阻力。

43. 均質杆 AB 長 l , 重量為 G , A 端用鉸鏈固定於牆上, B 端用繩拉住, 見圖 40。設繩的拉力是 $\vec{T}$, 試分別計算力 $\vec{G}$ 和 $\vec{T}$ 對 A 點的矩。若已知 $G=100$ 公斤, $l=2$ 公尺, 且二力對 A 點之矩 $M_A(\vec{G})=M_A(\vec{T})$, 求繩的拉力有多大?

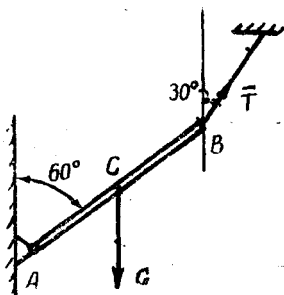


圖 40

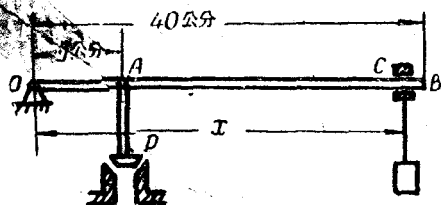


圖 41

44. 蒸汽鍋爐的安全汽門 D , 其面積為 25 公分², 用杆 AD 與一長為 40 公分, 重為 1 公斤的杠杆 OB (杠杆可視為均質、等断面) 相聯, 杠杆能繞支點

O 轉动(如图 41)。 $OA=5$ 公分。在杠杆上某一点 C 处挂一重物 $P=32.5$ 公斤, 欲使汽門 D 在当鍋炉內的蒸汽压力超过 10 个大气压(1 大气压 $=1.03$ 公斤/公分²)时自行开启, 求 OC 的距离。

45. 图 42 中所示的杆 AB 长 25 公分, 不計其重量。在杆的 B 端用跨过光滑的滑輪的繩系住, 在繩的另一端懸重物 $P=40$ 公斤。今在杆上另挂一重物 $Q=50$ 公斤, 求此重物应挂在何处, 才能使杆成平衡。

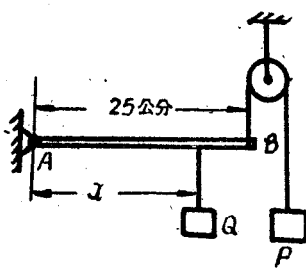


图 42

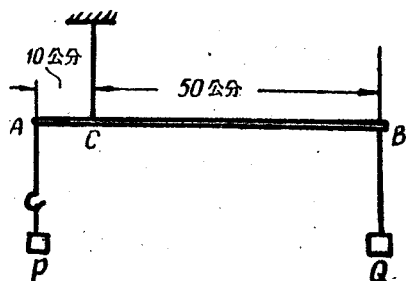


图 43

46. 如图 43 所示杆件 AB , 不計其重量; 秤鉤离悬繩的距离为 10 公分, 秤錘的重量 $Q=\frac{1}{2}$ 公斤。現在在秤鉤上挂一重物 P , 而秤錘懸在离繩 50 公分处使秤杆平衡。求 P 的重量。

47. 图 44 所示絞車鼓輪的半徑 $r=5$ 公分, 兩齒輪半徑各为 $r_1=10$ 公分, $r_2=20$ 公分。手柄长 $OA=40$ 公分, 不計摩擦。求垂直于手柄的力 P 应有多大, 才能匀速地举起重物 200 公斤。

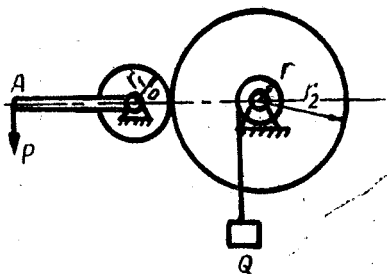


图 44

48. 絞車由直徑为 d_1 并带有掣子 A 的棘齒輪組成(图 45)。鼓輪固結于絞車上, 直徑为 d_2 , 其上繞有繩子, 繩子挂重物 Q 。如已