



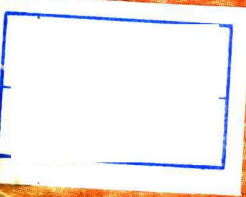
蘇聯大眾科學叢書

金屬的性質

斯拉文著
斯金乃學譯



商務印書館



金屬的性質內容提要

這本書從人類怎樣開始應用金屬講起，以後有系統地敘述到金屬和合金的構造，金屬的物理、機械、化學等重要性質。在這本書裏，作者還着重介紹了俄羅斯學者切爾諾夫等在冶金學上的偉大貢獻；並指出，金屬是近代技術的基礎。因此在結語中提出今後冶金學的兩項基本任務，即改良合金的性質及尋求更優良的金屬加工法，以滿足現代各種技術的要求。本書講述深入淺出，而又結合實際，可以說是一部較好的通俗金相學。

本書係根據蘇聯國家技術理論書籍出版社“大眾科學叢書”之一：“Свойства металлов”（1952年版）譯出，著者爲 Д. О. Славин。

蘇聯大眾科學叢書

金 屬 的 性 質

金 乃 學 譯

★ 版權所有 ★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

中國圖書發行公司發行

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

（58727）

1953年8月初版 版面字數46,000

印數1—8,000 定價¥2,500

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

蘇聯大眾科學叢書已出各書

我們周圍的電	畢略可夫著	沈慶屏譯
我們周圍的化學	魯賓史金著	舒山譯
新的化學纖維	布雅可夫著	董沛譯
人造橡膠	克留契可夫著	董沛譯
有機合成	列烏托夫著	安吉；李則新譯
結晶體	凱達哥拉斯著	高書平；蔣芝英；張玉劉達麟文偉珊平吉悅安唐周延龐周張秉德乃民朱
電子顯微鏡	庫什尼爾著	蔣芝英；張玉劉達麟文偉珊平吉悅安唐周延龐周張秉德乃民朱
日常生活中的電器	杜布裡尼著	張玉劉達麟文偉珊平吉悅安唐周延龐周張秉德乃民朱
凝結了的聲音	奧霍特尼夫著	馬英高江滕安王；唐維恩等川泉衡沛學光
聽不見的聲音	庫德列夫著	蘇斯洛夫著
聲音和聽覺	庫德列夫著	蘇斯洛夫著
分子的運動	庫德列夫著	蘇斯洛夫著
人類史前的地球	格羅莫夫著	鮑戈洛卡婭著
海洋	扎瓦里夫著	包達加爾米諾夫著
火山	包達加爾米諾夫著	略布可夫著
河流的生命	略布可夫著	柯列斯尼基著
風及風力的利用	卡洛布可夫著	費頓陶施考
大氣的故事	卡洛布可夫著	費頓陶施考
天氣與天氣預報	卡洛布可夫著	費頓陶施考
宇宙是什麼構成的	卡洛布可夫著	費頓陶施考
宇宙間的小物體	卡洛布可夫著	費頓陶施考
生物和無生物世界	卡洛布可夫著	費頓陶施考
偉大的生理學家·謝巧諾夫	卡洛布可夫著	費頓陶施考
金屬的性質	卡洛布可夫著	費頓陶施考
噴氣式飛機	巴葉夫；梅爾庫洛夫著	

目 次

引言	1
(I) 金屬和合金	4
(II) 金屬的構造	10
一 顯微鏡下的金屬	10
二 金屬格子	13
三 什麼叫同素異形？	18
四 切爾諾夫點	19
五 合金的構造	28
(III) 金屬的物理性質	30
一 熔點	30
二 導熱性	31
三 導電性	32
四 磁性	35
(IV) 金屬的機械性質	39
一 金屬是技術上的主要建築材料	39
二 金屬怎樣變形	40
三 堅固性和可塑性的指數	48
四 爬動	51
五 抗衝韌性	52
六 耐勞性	53
七 硬度	55
(V) 金屬的腐蝕	58
一 金屬的敵人	58
二 腐蝕的防止法	61
尾語	61

金屬的性質

引 言

過去有一個時期，人類只利用自然界產出的如木頭、黏土、石塊等現成的材料來製造生產工具。他們把石頭綁在木棍上當鏈子用，用黏土來做成食器，用木材來製造傢具等等。人類社會發展的這一時期，稱做“石器時代”。

人類最初開始利用的金屬是一些天然形態的銅和金。但是，金是一種稀少的而且不夠堅硬的金屬。因此，那時製造各種工具的主要材料是銅。後來又明白了，如果把銅和錫熔合，那麼銅就變得更堅硬、更適於鑄造。這樣就出現了最初的合金——青銅。人類使用青銅來製造各種器品的時代，稱為“青銅器時代”。

大家都曉得，我們的祖先在五千年前就已經知道青銅了。他們用青銅製造各種各樣的器具：斧、刀、鋸、釘、鐮刀、漁鈎、鑿子、劍等。

過了一個時期，人類逐漸學會了開採鐵礦。鐵礦在地殼裏為量很多，從這些礦石中提煉鐵也比較容易。鐵是比銅更堅硬的金屬。因此，它在多數情況下代替了青銅。這時在人類社會發展史上已到了“鐵器時代”。

後來他們又判明了：鐵和碳的合金——鋼——比青銅和鐵堅硬和堅固得多。於是鋼代替了鐵。而和鋼同時，生鐵也開始應用了。

冶金學的歷史，其淵源可以上溯到遠古時代。

烏拉爾地方古代墳墓的發掘，證實二千年前在俄國就已經知道鐵了。在七、八世紀，俄國的許多城市裏從事金屬加工。據保存下來的文獻證明，早在十四世紀的時候，俄國就把鐵製品輸出到捷克，後來還輸出到西歐的其他國家去。

俄國的金屬工匠們達到了高度的技巧。俄國的鑄工是世界上最初一批開始鑄造銅砲及其後鑄造生鐵砲的人。十六世紀駐在俄國的一位外國公使寫道：“俄國鑄造着那樣大的生鐵砲，如果一個全身武裝的軍人站在砲的底座，拾起手來還夠不到它們的邊呢”。一五八六年，安德烈·喬霍甫工匠鑄造了一門重四十噸的“王砲”，這門砲現今還放在莫斯科克里姆林宮裏。俄國莫托林家的工匠們在十八世紀鑄造了一座“王鐘”；這座鐘有一萬二千普特之重（一普特合 16.38 仟克——譯者），體積超過了世界上任何一個鐘。後來又接受英國人的訂貨，俄國鑄造了倫敦威斯明斯忒寺院的大鐘。

俄國的冶金工業在十八世紀初二十五年間，彼得一世時代，開始迅速發展。如果說俄國到十八世紀初一共提煉了十五萬普特左右的生鐵——比英國少五倍，——那麼在一七二四年俄國卻已經超過了英國的產量，煉出了一百萬普特以上的生鐵。在一八〇〇年，俄國的生鐵提煉，已經約達一千萬普特。

但是，沙皇俄國的經濟落後和它對外國資本的依賴性，阻礙了俄國工業和冶金業的發展。

由於偉大十月社會主義革命在蘇聯的勝利，創立了新的社會主義的國民經濟體系。蘇聯必須由一個落後的農業國家變為一個先進的工業農業強國。因此，布爾什維克黨和蘇維埃政府，首先注意了本國重工業

的發展。在斯大林五年計劃的年代裏，蘇聯的金屬生產空前地增長，建設了新的強大的企業，像馬格尼托哥爾斯克和庫茲涅茨的斯大林冶金聯合廠、阿左夫煉鋼廠、查坡洛什聯合廠等社會主義工業的巨型工廠。在偉大衛國戰爭的前夕，蘇聯的生鐵產量比一九一三年幾乎多四倍，而鋼的產量則多四倍半。在提煉這些主要技術材料上，蘇聯在歐洲占了第一位。

斯大林同志在一九四六年二月九日對莫斯科市選民的演說中，曾向蘇聯人民提出了最近將來的任務如下：“我們必須使我國工業能每年出產生鐵達五千萬噸，鋼鐵達六千萬噸，煤炭達五萬萬噸，石油達六千萬噸。只有在這樣的條件下，方才可以說，我們的祖國已有了免除一切意外的保障。這大概是需要三個新五年計劃的時間——也許還要多些——才可做到。但是，這是可能做到的，而且是我們所應當做到的”。

按照戰後五年計劃，一九五〇年我國（蘇聯）的生鐵煉出量應為一千九百五十萬噸，鋼的煉出量應為二千五百四十萬噸。這些數目字顯示着蘇聯國力的空前增長：包括新的雄偉的共產主義建設工程、幾千公里的新的鐵路線、巨量的火車頭和鐵路車輛、汽車、拖拉機、海洋和河川的船舶、飛機、車床等。

在紀念偉大十月社會主義革命三十四週年而做的報告裏，蘇聯政府曾說到一九五一年冶金業的發展如下：“和去年比較，僅生鐵的煉出量今年即可增加二百七十萬噸，鋼——即可增加四百萬噸，壓延金屬——即可增加三百萬噸。蘇聯現在的煉鋼量，大約等於英國、法國、比利時和瑞典放在一起的總量”。

鐵是二十世紀技術的基礎。而地殼裏所有的各種金屬，幾乎全為現代的技術所需要的。

現代技術向金屬和合金提出極為錯綜複雜的要求。製造噴氣式飛機，要求堅固的、對高溫的作用穩定的合金。化學工業要求在各種化學物質的作用下不破壞的金屬。電機工業需要容易磁化和容易脫磁的金屬等等。所有這些要求，都由蘇聯的科學家們和實際冶金家們創造出來的新合金來滿足。

這本書就是給讀者介紹金屬的一些主要的性質。

(I) 金屬和合金

自然界裏所有已知的化學元素中，約有七十種是金屬。金屬是分佈極廣的元素。在地球的內部，在河、湖、海洋的水中，在動物和植物的有機體裏，甚至在大氣中——到處都有金屬。

在第五頁我們引用一個表，指出地殼內各種化學元素的分佈。*

分佈最廣的金屬是鋁和鐵。其次為鈣、鈉、鎂、鉀。有的金屬在地殼內的含量，僅是地殼總重量的億分之幾（金），千億分之幾（鎢）或比這更少。

在地球內部很深的地方，金屬的數量增加；這裏主要有着鐵、鈷、鎳、鈦、鉍這類的金屬。據現代科學家們的推測，地球中心的核是由鐵和鎳組成，混有少量的鈷、鉻和非金屬元素——磷、碳和硫黃。

在河海的水中，含有各種極為不同的金屬，而經常有着鈉、鉀、鎂、鈣；它們組成溶解在水中的鹽類底成份。雖然大多數金屬在海水中的濃度極為微小，但是散在所有海洋水中的金屬總量，卻是相當大的：有

* 在這個表中，無論以天然形態存在的金屬，或組成各種化合物的金屬，一併算入。

數百萬噸的金，數千萬噸的銀、水銀等等。

許多不同的金屬——以化合物的形態——存在於動物和植物的有機體裏。在這些有機體裏經常見到鈣、鉀、鐵。此外還有銅、鋅、鎳、鋁等，但是含量都很少。

地殼的平均成份

(到16仟米的深處)

化學元素	含有百分比 (按重量)	化學元素	含有百分比 (按重量)
氧.....	49.1	錳.....	0.1
矽.....	26.0	氟.....	0.08
鋁.....	7.5	銀.....	0.04
鐵.....	4.2	氮.....	0.04
鈣.....	3.3	鋅.....	0.03
鈉.....	2.4	鎳.....	0.02
鎂.....	2.35	鈳.....	0.02
鉀.....	2.35	鉻.....	0.02
氫.....	1.0	鎳.....	0.02
鈦.....	0.5	溴.....	0.01
碳.....	0.4	鋇.....	0.01
氯.....	0.2	鉍.....	0.01
磷.....	0.1	銅.....	0.01
硫.....	0.1	其餘元素	0.09

在圍繞地球的大氣中，經常浮游着海鹽類的微小結晶體和各種塵粒，它們的成份也含有金屬。

金屬在性質上和其他非金屬元素有着顯著的差別。二百年前，羅蒙諾索夫第一個明顯地解釋了什麼是金屬。他寫道：“金屬乃是堅硬的、可延展的、有光澤的物體。”這一簡單的定義，就是現在也還不失其

意義的。我們知道，一切金屬都具有特殊的“金屬的”光澤。幾乎一切金屬都是可延展的、堅固的。金屬善於傳熱和傳電。因為有這些長處，它們才在技術上和日常生活上各式各樣地應用起來了。

十分明顯：一種金屬在工業上能否廣泛利用，主要是要看這種金屬在地殼內有多少，和它在某種礦石中的含量是否豐富。

地殼內埋藏着幾十億噸的鐵。多數的鐵礦含鐵豐富。冶金業現今利用的礦石，含有 30% 以上的鐵。這樣的礦石每噸能煉出 300 千克左右的金屬。因此，鐵是技術上利用最廣的金屬之一。

銅礦和鉛礦普通含有 1—2% 的銅或鉛。這類礦石每噸能煉出 10—20 千克的金屬。

一噸金礦裏常常平均只含有五克的金。像鎢、鉬、銻這樣的金屬，在礦石中的含量是更少的。很明顯的，無論金或銻，在工業上是不可能像鐵或銅那樣地被利用。

純粹的金屬，即不含任何雜質的金屬，強度不夠高，所以應用比較少。在技術上主要是利用合金。

合金是一種複合的物質。合金的成份裏可以含入兩種或數種化學元素。舉例說吧，黃銅是銅和鋅的合金，普通的鋼是鐵和碳及必然混入裏邊的矽、錳、硫、磷等所成的複雜的合金。

有時候只須混入極少量的一種別的元素，就足以使合金的性質顯著地改變。例如，鋼裏只要含有 0.2% 左右的碳，它的強度（堅固性）就比純鐵增大一倍以上。鋁和 4% 的銅、鎂、錳所成的合金，比純鋁堅固（即強度大）二至三倍。

合金總是比組成其成份的純金屬更堅固。合金的強度增大，具有極大的實際意義。合金的強度愈大，製造一個機器所要的量就愈少，這

個機器的重量就愈輕，成本就愈小。因此，蘇聯的科學家們不斷在尋求着日益新穎的強度大的合金。

技術上利用的金屬和合金，可分成兩個基本大類（圖1）。

第一類是黑色金屬。屬於這一類的，有鐵和一切鐵爲主要成份的鐵合金：生鐵和鋼。生鐵是一種含有2%以上的碳和少量的矽、硫、磷的鐵合金。在鋼裏碳不超過2%。

當製造特殊的，所謂合金鋼和合金生鐵的時候，合金裏所含的鉻、鎳、錳、鉬、鈦、鈳和別的金屬，有時候可達五、六種不同的金屬。這樣便製得各種貴重的鋼，這些鋼有時候是強度增大，有時候則具有高度的抗磨性，和在空氣裏不氧化、在酸和其他化學物質作用下不破壞等等的性質。

除此而外，屬於黑色金屬的，還有合金鐵。這是鐵和錳的合金（錳鐵），和矽的合金（矽鐵），和鉻的合金（鉻鐵），和鈦的合金（鈦鐵）等。這些合金含有大約從15—60%的特殊元素。合金鐵是製鋼上所需要的。

第二類是有色金屬。所以這樣稱呼，是因為它們有着各種不同的顏色。例如，銅是淡紅色，鎳和錫是銀白色，鋅是淡灰色，鉛是淺青白色，金是黃色。屬於有色金屬的，還有這些金屬的合金：各種青銅（銅和錫及鋅以外其他金屬所成的合金），黃銅和巴氏合金（錫和銻及銅的合金）等等。

必須指出的：把金屬分成黑色金屬和有色金屬，只是一種權宜的辦法；因為在有色金屬中，也有的金屬，例如某些鉛合金，比“黑色金屬”還要黑。

有色金屬還可以分做四組：重金屬、輕金屬、稀有金屬和貴金屬（見圖1）。

屬於重金屬的有：銅、鎳、鉛、錫、鋅、鉻、錳和它們的合金。所以把它們稱做重金屬，是因為它們有着比較大的比重（比重就是一立方厘米物質的重量）。

圖 2 所示，為各種金屬的比重。

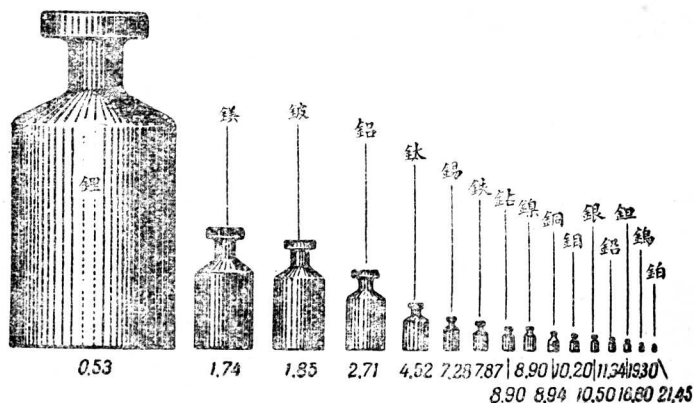


圖 2 各種金屬的比重。

輕金屬就是比重小的金屬。這是鋁、鎂、鉀、鈉等。鋁幾乎是鐵的三分之一，鎂是鐵的四·五分之一。一切金屬中最輕的是鉀：它是鐵的十五分之一，幾乎是水的二分之一。

輕金屬是比較不久以前才知道了的：其中最早的一種——鉀——是約在一百五十年前發現的。鋁和鎂現今在工業上有著絕對重要的意義。沒有鋁和鎂的合金，飛機製造是難以想像的。輕的鋁合金是自動車、機器製造工業及造船業所需要的。

鋁常常稱做二十世紀的金屬。它現在的生產量是非常巨大的。然而，在五十年前，還認為它是珍貴的金屬呢。一八九九年，偉大的俄國

科學家門德雷夫居留倫敦的時候，收到了一份英國科學家們贈給的禮物——一架用金和鋁製成的天秤。

像鈳、銻、鉍、銻、碲、鎢這樣的金屬，在地殼內是非常少的；現時已經知道的礦石，無論哪一種，其每噸中含有這類金屬的量，都不超過千分之幾克。因此，把它們稱做稀有金屬。固然，銻和鈳等在地殼內，比大家所熟悉的鉛要多得多。但是，銻和鈳是比較疏散的元素，要從礦石中把它們提出，是十分困難的。

在現代技術上，稀有金屬的重要性在逐年增加。它們主要是用來製造合金鋼和其他在化學工業、電機工程、無線電工程、儀器製造上所不可缺少的貴重的合金。

此外，最後一羣有色金屬是貴金屬：銀、金、鉑、鈳和其他幾種元素。這些金屬在空氣裏，即使溫度很高，也不氧化；在多數化學物質的作用下不破壞。它們用在儀器製造上、電燈工業上、以及用來製做化學器皿等。

現在技術上應用着地殼內所有的一切金屬。

(II) 金屬的構造

一 顯微鏡下的金屬

我們若用肉眼觀察一塊鋼、銅、鉛或別的某種金屬，我們會覺得金屬是十分均勻的、緻密的。

但是用放大鏡來看，就可以看到：有的金屬，表面是粒狀的；還有的金屬，表面是纖維狀的（圖3）。在表面還可以看出裂罅、瑕疵等。

曾有很長時間，認為金屬是無定形的物質，即像蠟或玻璃等那樣浸

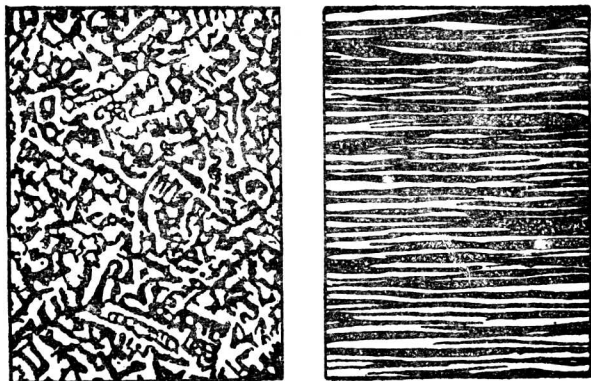


圖3 鑄鋼的顆粒構造及鋼在壓延後的纖維構造。

有一定形狀的東西。然而，一八七八年，偉大的俄羅斯冶金學家 Д·К·切爾諾夫研究液體鋼的凝固過程，而判定了：鋼當凝結的時候，形成複雜的結晶體系（晶系）。

任何一種金屬都是由巨量的、牢固結合在一起的微小的結晶顆粒所組成。這些顆粒，只有用大倍率的顯微鏡方能看見。

第一個應用顯微鏡來研究金屬構造的學者，是十九世紀前半期的著名俄羅斯冶金學家 П·П·阿諾索夫。

要用顯微鏡來辨清金屬的內部構造，即所謂組織，金屬的表面得加以特殊的加工。

為什麼需要這種加工呢？金屬表面普通是由大量的凸凹面所構成，假如我們要用顯微鏡來觀察這樣未加工的表面，凸凹面會給我們遮蔽了金屬構造的真實情景。此外，金屬的表面通常是蓋着一層極薄的氧化物（金屬和氧的化合物）的薄膜，和各種污垢。因此，先把金屬表面用

銼或金剛砂輪仔細打淨之後研磨、磨光。經過這樣的加工，表面變得光滑如鏡。具有像鏡子那樣的表面的金屬試料，稱做磨片。其次把磨片的表面加以酸洗：浸在含有酸和其他物質的特殊溶液裏約兩三分鐘，然後用水洗淨。

磨片的調製和酸洗的方法，最初是阿諾索夫研究出來的。現在基本上還是利用着這個方法。

合金的各種顆粒被酸侵蝕得不一樣，因此，在酸洗之後，磨片的表面上露出了單個結晶體的面。如果把酸洗過的磨片放在顯微鏡下，用

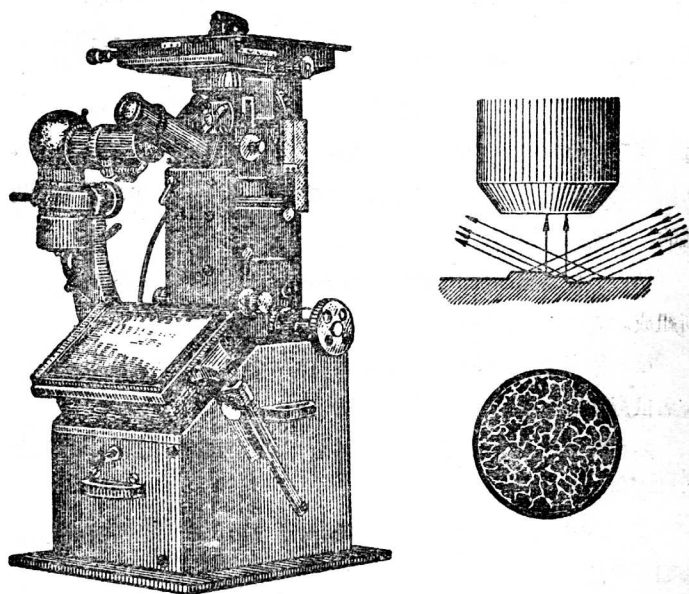


圖4 金屬顯微鏡。右上方：被磨片的表面反射的光線，走向顯微鏡的對物鏡。右下方：顯微鏡下的純鐵的表面。

光照射，則一部分顆粒把落到它們身上的光，一直地反射到對物鏡上，因而，用顯微鏡觀察時，這樣的顆粒就顯得明亮。另一些顆粒把光反射到一邊去，因而顯得昏暗。此外，我們覺得各種不同的顆粒，在酸洗後染上了各種不同的顏色。這也幫助我們了解金屬的構造。

用顯微鏡研究金屬的時候，應用側面照光，因為一切的金屬都是不透明的，不可能從下邊照光。光源得放在這樣的位置：要使磨片的表面所反射的光線，一部分能落到對物鏡上(圖4)。

用顯微鏡可以了解，金屬有着怎樣的構造，在合金裏單個的顆粒怎樣排列，合金含有什麼樣的非金屬雜質，合金裏有沒有細微的裂罅等等。顯微鏡是現在研究金屬上應用最廣的工具。

二 金屬格子*

一切金屬都是結晶質。什麼是結晶呢？

“結晶體”一詞的原文：“Кристаллос”，在古代希臘語是冰的意思。到後來，凡是具有天然的、嚴格一定的、幾何形狀的一切固體，都用這個字來稱呼了。結晶體在自然界裏分佈極廣。固體的絕大多數有着結晶構造。

鐵當凝固的時候形成立方形的結晶體。然而，在圖4我們卻看見形狀不規則的鐵的結晶體，即顆粒狀的晶子。這是什麼緣故呢？結晶體怎樣地成長呢？

最初給這些問題做出解答的，是Д·К·切爾諾夫。後來許多蘇聯的科學家們證實了他的見解是正確的。

* 關於金屬結晶體的知識，可參閱商務印書館出版的“結晶體”(凱達哥拉斯基著，高書平、李則新譯)一書。