

евтектичну точку. При незначних відхиленнях виміряних величин температури, які характеризують завершення процесу кристалізації досліджуваних сплавів, одна від одної, слід температуру евтектичного сплаву знаходити як середнє арифметичне цих значень температур, пам'ятаючи при цьому, що реально ці метали не утворюють евтектичний сплав.

Завдання № 2

Згідно з отриманими залежностями $T=T(t)$ побудувати діаграму стану $T=T(C)$ суміші Pb-Sn та визначити евтектичну температуру T_e та евтектичну концентрацію C_e сплаву.

Контрольні питання

1. Який фізичний зміст питомої теплоти плавлення металу?
2. Чому при досягненні температури плавлення певної чистої (без домішок інших речовин) речовини протягом скінченного проміжку часу температура не змінюється?
3. Від чого залежить інтервал часу, впродовж якого спостерігається сталість температури при кристалізації твердих тіл?
4. Чому спостерігається зниження температури плавлення для запропонованої суміші металів порівняно з випадком фазового переходу першого роду для чистих металів, які входять до складу суміші?
5. Поясніть можливий стрибок температури в момент початку затвердіння.
6. Чим відрізняються фазові переходи першого та другого роду?
7. Як поведуть себе термодинамічні потенціали при фазових переходах першого та другого роду?

§ 4. Довідникові матеріали з механіки та молекулярної фізики

4.1. Основні тригонометричні формули

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$	$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$
$\sec^2 \alpha - \tan^2 \alpha = 1$	$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$
$\csc^2 \alpha - \cot^2 \alpha = 1$	$2 \sin \alpha \cos \beta = \sin(\alpha - \beta) + \sin(\alpha + \beta)$
$\sin \alpha \cdot \csc \alpha = 1$	$2 \sin \alpha \sin \beta = \cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)$
$\cos \alpha \cdot \sec \alpha = 1$	$2 \cos \alpha \cos \beta = \cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)$
$\tan \alpha \cdot \cot \alpha = 1$	$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$
$\sin \alpha = (1 + \cot^2 \alpha)^{-1/2}$	$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$
$\sin(\alpha/2) = \sqrt{(1 - \cos \alpha)/2}$	$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$
$\cot 2\alpha = \frac{\cot^2 \alpha - 1}{2 \cot \alpha}$	$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$
$\tan 2\alpha = \frac{2 \tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$	$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$
$\cos \alpha = (1 + \tan^2 \alpha)^{-1/2}$	$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$
$\cos(\alpha/2) = \sqrt{(1 + \cos \alpha)/2}$	$\sin \alpha = [\exp(i\alpha) - \exp(-i\alpha)]/2i$

$sh\alpha = (e^\alpha - e^{-\alpha})/2$	$\cos \alpha = [\exp(i\alpha) + \exp(-i\alpha)]/2$
$ch\alpha = (e^\alpha + e^{-\alpha})/2$	$ch^2\alpha - sh^2\alpha = 1$
$ctg \pm ctg\beta = \pm \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\sin \alpha \sin \beta}$	$ctg\alpha = i \frac{\exp(i\alpha) + \exp(-i\alpha)}{\exp(i\alpha) - \exp(-i\alpha)}$
$ctg(\alpha \pm \beta) = \frac{ctg\alpha ctg\beta \mp 1}{ctg\beta \pm ctg\alpha}$	$th\alpha = \frac{e^\alpha - e^{-\alpha}}{e^\alpha + e^{-\alpha}}$
$tg\alpha \pm tg\beta = \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \alpha \cos \beta}$	$cth\alpha = \frac{e^\alpha + e^{-\alpha}}{e^\alpha - e^{-\alpha}}$
$tg(\alpha \pm \beta) = \frac{tg\alpha \pm tg\beta}{1 \mp tg\alpha \cdot tg\beta}$	$tg\alpha = -i \frac{\exp(i\alpha) - \exp(-i\alpha)}{\exp(i\alpha) + \exp(-i\alpha)}$

4.2. Грецька абетка

$A \ \alpha$	альфа	$I \ \iota$	йота	$P \ \rho$	ро
$B \ \beta$	бета	$K \ \kappa$	капа	$\Sigma \ \sigma$	сигма
$\Gamma \ \gamma$	гамма	$\Lambda \ \lambda$	лямбда	$T \ \tau$	тау
$\Delta \ \delta$	дельта	$M \ \mu$	мю	$Y \ \nu$	іпсилон
$E \ \varepsilon$	епсилон	$N \ \nu$	ню	$\Phi \ \phi$ (або φ)	фі
$Z \ \zeta$	дзета	$\Xi \ \xi$	ксі	$X \ \chi$	хі
$H \ \eta$	ета	$O \ \omicron$	омікрон	$\Psi \ \psi$	псі
$\Theta \ \theta$ (або ϑ)	тета	$\Pi \ \pi$	пі	$\Omega \ \omega$	омега

4.3. Деякі ірраціональні числа та наближені формули

Числа	Наближені формули (при $\alpha < 1$)
$\pi = 3,1416$	$(1 \pm \alpha)^n \approx 1 \pm n\alpha$
$\pi^2 = 9,8696$	$e^\alpha \approx 1 + \alpha$
$\sqrt{\pi} = 1,7725$	$\ln(1 + \alpha) \approx \alpha$
$e = 2,7183$	$\sin \alpha \approx \alpha$
$\lg e = 0,4343$	$\cos \alpha \approx 1 - \alpha^2/2$
$\ln 10 = 2,3026$	$tg\alpha \approx \alpha$

4.4. Десятинні приставки до назв одиниць вимірювання

Е — екса (10^{18})	д — деци (10^{-1})
П — пета (10^{15})	с — санти (10^{-2})
Т — тера (10^{12})	м — мілі (10^{-3})
Г — гіга (10^9)	мк — мікро (10^{-6})
М — мега (10^6)	н — нано (10^{-9})
к — кіло (10^3)	п — піко (10^{-12})
г — гекто (10^2)	ф — фемто (10^{-15})
да — дека (10^1)	а — атто (10^{-18})

4.5. Основні операції з векторами

Скалярний добуток: $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$ $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$ $\alpha(\vec{b} + \vec{c}) = \alpha\vec{b} + \alpha\vec{c}$	Векторний добуток: $[\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c})] = [\vec{a} \times \vec{b}] + [\vec{a} \times \vec{c}]$ $[\vec{a} \times [\vec{b} \times \vec{c}]] = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$ $[\vec{a} \times \vec{b}] = -[\vec{b} \times \vec{a}]$
---	---

$[\vec{a} \times \vec{b}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = (a_y b_z - a_z b_y) \vec{i} +$ $+ (a_z b_x - a_x b_z) \vec{j} + (a_x b_y - a_y b_x) \vec{k}$	
$\frac{d}{dt}(\vec{a} + \vec{b}) = \frac{d\vec{a}}{dt} + \frac{d\vec{b}}{dt}$ $\frac{d}{dt}(\alpha a) = \frac{d\alpha}{dt} a + \alpha \frac{da}{dt}$	$\frac{d}{dt}(\vec{a} \cdot \vec{b}) = \frac{d\vec{a}}{dt} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \frac{d\vec{b}}{dt}$ $\frac{d}{dt}[\vec{a} \times \vec{b}] = \left[\frac{d\vec{a}}{dt} \times \vec{b} \right] + \left[\vec{a} \times \frac{d\vec{b}}{dt} \right]$

4.6. Основні фізичні константи, що використовуються у механіці та молекулярній фізиці

Стандартне прискорення вільного падіння	$g = 9,807 \text{ м/с}^2$
Число Авогадро	$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Стандартний об'єм газу	$V_0 = 22,4 \text{ л/моль}$
Гравітаційна стала	$\gamma = \begin{cases} 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2) \\ 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{с}^2) \end{cases}$
Число Лошмідта	$n_0 = \begin{cases} 2,69 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3} \\ 2,69 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3} \end{cases}$
Універсальна газова стала	$R = \begin{cases} 8,314 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль}) \\ 8,314 \cdot 10^7 \text{ ерг}/(\text{К} \cdot \text{моль}) \\ 0,082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{К} \cdot \text{моль}) \end{cases}$
Стала Больцмана	$k = \begin{cases} 1,380 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \\ 1,380 \cdot 10^{-16} \text{ ерг/К} \end{cases}$

Маса електрона	$m_e = \begin{cases} 0,911 \cdot 10^{-30} \text{ кг} \\ 0,911 \cdot 10^{-27} \text{ г} \\ 0,511 \text{ MeV} \end{cases}$
Маса протона	$m_p = \begin{cases} 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \\ 1,672 \cdot 10^{-24} \text{ г} \end{cases}$
Атомна одиниця маси	$1 \text{ а.о.м.} = \begin{cases} 1,660 \cdot 10^{-24} \text{ г} \\ 931,4 \text{ MeV} \end{cases}$

4.7. Деякі позасистемні одиниці вимірювання

$1 \text{ рік} = 3,11 \cdot 10^7 \text{ с}$ $1 \text{ атм} = \begin{cases} 101,3 \text{ кПа} \\ 760 \text{ мм рт.ст.} \end{cases}$ $1 \text{ бар} = 100 \text{ кПа (точно)}$ $1 \text{ л} \cdot \text{атм} = 101,3 \text{ Дж}$ $1 \text{ кал} = 4,18 \text{ Дж}$ $1 \text{ дюйм} = 25,40 \text{ мм}$ $1 \text{ фут} = 304,8 \text{ мм}$ $1 \text{ аршин} = 710 \text{ мм}$	$1 \text{ сажень} = 2130 \text{ мм}$ $1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ см}$ $1 \text{ б (бн)} = 10^{-24} \text{ см}^2$ $1 \text{ а.о.м.} = \begin{cases} 1,660 \cdot 10^{-24} \text{ г} \\ 931,4 \text{ MeV} \end{cases}$ $1 \text{ золотник} = 4,27 \text{ г}$ $1 \text{ фунт} = 409,51 \text{ г}$ $1 \text{ пуд} = 16,38 \text{ кг}$
---	--

4.8. Густина газів (за нормальних умов) (ρ , кг/м^3)

Назва	ρ	Назва	ρ
Азот	1,250	Кисень	1,43
Неон	0,900	Метан	0,72
Водень	0,09	Вуглекислий газ	1,98
Повітря	1,293		

4.9. Густина твердих тіл (ρ , г/см³)

Назва	ρ	Назва	ρ
Алмаз	3500	Срібло	10500
Алюміній	2700	Титан	4500
Вольфрам	19100	Уран	19000
Графіт	16000	Фарфор	2300
Залізо	7800	Цинк	7000
Золото	19300	Свинець	11300
Кадмій	8650	Нікель	8900
Кобальт	8900	Олово	7400
Крига	916	Чавун	6600÷7300
Мідь	8880÷8960	Латунь	8300÷8700
Сталь (литво)	7700÷8000	Платина	21500
Граніт	2500÷2800	Пробка	200
Молібден	10200	Натрій	970
Бамбук	400	Асфальт	1000÷2800
Береза	600÷800	Бетон	1800÷2400
Дуб	700÷1000	Графіт	2100÷2520
Клен	500÷800	Бурштин	1100
Чорне дерево	1200	Ніхром	8200÷8500

4.10. Густина рідин (ρ , кг/м³)

Назва	ρ	Назва	ρ
Бензол	880	Спирт етиловий	789
Вода	1000	Рицинова олія	950
Гліцерин	1260	Нафта	730÷940
Касторова олія	900	Мед	1345
Гас	800	Ефір	720
Ртуть	13600	Соняшникова олія	910÷970
Спирт метиловий	792	Толуол	870
Важка вода	1100	Скипидар	858

4.11. Термодинамічні сталі газів (за нормальних умов): молярна маса μ , показник адиабати γ , коефіцієнт теплопровідності χ , коефіцієнт внутрішнього тертя, η , діаметр молекул d

Газ	μ , г/моль	$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$	χ , мВт/(м К)	η , мкПа с	d , нм
He	4	1,63	141,5	18,9	0,20
Ar	40	1,67	16,2	22,1	0,35
H ₂	2	1,41	168,4	8,4	0,27
N ₂	28	1,40	24,3	16,7	0,37
O ₂	32	1,40	24,4	19,2	0,35
CO ₂	44	1,30	23,2	14,0	0,40
H ₂ O	18	1,32	15,8	9,0	0,30
Повітря	29	1,40	24,1	17,2	0,35

4.12. Сталі Ван-дер-Ваальса

Газ	a , 10 ⁻⁶ атм·м ² / моль ²	b , м / моль
Ar	1,30	0,032
H ₂	0,24	0,027
N ₂	1,35	0,039
O ₂	1,35	0,032
CO ₂	3,62	0,043
H ₂ O	5,47	0,030

4.13. Тиск насиченої водяної пари

Температура, °С	Тиск, кПа	Температура, °С	Тиск, кПа	Температура, °С	Тиск, кПа
0	0,61	25	3,15	60	19,9
5	0,87	30	4,23	70	31,0
10	1,22	35	5,60	80	47,3
15	1,70	40	7,35	90	70,0
20	2,33	50	12,3	100	101

4.14. Термодинамічні сталі рідин (за нормальних умов)

Речовина	Питома теплоємність $c, \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot \text{К}}$	Питома теплота утворення пари $q, \frac{\text{Дж}}{\text{г}}$	Поверхневий натяг $\alpha, \frac{\text{мН}}{\text{м}}$
Вода	4,18	2250	73
Гліцерин	2,42	-	66
Ртуть	0,14	284	490
Спирт	2,42	853	22

4.15. Коефіцієнт об'ємного розширення рідини

Рідина	Коефіцієнт об'ємного розширення $\beta = \frac{1}{V} \frac{\delta V}{\delta T}, 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{К}$
Вода	2,1
Гліцерин	5,0
Гас	10,0
Ртуть	1,8

Спирт (етиловий)	11,0
Анілін	8,58
Ацетон	14,3
Бензол	12,37
Бром	11,13
Сірчана кислота	5,6
Скипидар	9,4
Трансформаторна олива	6
Хлороформ	12,73

4.16. Коефіцієнти лінійного розширення та питома теплоємність твердих тіл

Речовина	Коефіцієнт лінійного розширення $\alpha = \frac{1}{l} \frac{\delta l}{\delta T}, 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{К}^{-1}$	Питома теплоємність $c, \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
Алюміній	22,9÷27,9	880
Латунь	17,8	380
Мідь	16,7÷20,3	380
Сталь	11,1	500
Вісмут	13,4	
Вольфрам	4,5÷5,8	130
Золото	14,5÷16,8	130
Іридій	6,8÷7,7	
Магній	27,0÷31,7	1050
Нікель	14,0÷16,1	460
Олово	26÷31,6	200
Платина	9,2÷10,4	130
Свинець	31,3	130
Срібло	19,8÷22,4	200
Титан	8,5÷10,4	
Хром	7,3÷9,4	
Цинк	38,0	380
Бронза	18,2	380

Інвар	1,6	
Чавун	9÷11 (за норм. умов)	540
Дюралюміній	23 (за норм. умов)	
Бетон	10,0÷14,0	920
Порцелян	2,5÷4,0	
Граніт	6,0÷9,0	
Дуб (уздовж та поперек волокна)	4,9÷54,4	240
Мармур	3÷15	840
Скло	9,5	670÷830
Алмаз	1,2	
Графіт	7,9	460÷710
Парафін	130,3	3200
Крига	51,1	2090

4.17. Коефіцієнти теплопровідності, температура та питома теплота плавлення твердих тіл

Речовина	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Температура плавлення $t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	Питома теплота плавлення $r, 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}$
Алюміній	200,6	660,4	393
Залізо	68,5	1535	277
Крига	2,5	0	330÷335
Мідь	384,0	1084,5	180÷213
Парафін	0,21	54	150
Свинець	34,7	327,5	24,3÷25
Срібло	422,2	961,93	88
Ебоніт	0,17		380
Алмаз		3500	
Вісмут		271,44	
Вольфрам		3387	184,6
Золото	293	1064,43	66,2÷67
Іридій		2447	

Кальцій		839	
Латунь		1000	
Магній		648,8	344÷370
Нікель		1455	
Ртуть	7,9	– 38,862	12
Ефір	0,17	– 116,0	96,5÷113
Хлор		– 101,0	188
Кисень		– 218,4	13,8
Йод		113,5	
Титан		1660	
Хром		1857	
Молібден		2617	
Цезій		28,4	
Фехраль		1460	
Олово		231,97	59

4.18. Пружні сталі твердих тіл (величини вказаних коефіцієнтів пружності сильно залежать від технології виготовлення, наявності домішок та інше)

Матеріал	Модуль Юнга, $E, \text{ГПа}$	Модуль зсуву, $G, \text{ГПа}$	Коефіцієнт Пуассона, μ
Алюміній	61÷74	22÷26	0,33
Мідь	100÷130	38÷47	0,31÷0,40
Свинець	15÷17	5,4	0,44
Сталь	200÷220	78÷81	0,28
Скло	600	300	0,25
Залізо (коване)	200÷220	69÷83	0,28
Чавун (сірий, білий)	74÷176	49	0,23÷0,27
Латунь	78÷98	26÷36	0,3÷0,4
Гетинакс	10÷17	–	–
Текстоліт	1,4÷2,8	–	–

4.19. Граничні коефіцієнти для твердих тіл та води

Матеріал	Межа міцності на розрив, σ_m , ГПа	Коефіцієнт стискування $\beta = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial P}$, ГПа ⁻¹
Алюміній	9,8÷39	0,014
Мідь	9,8÷49	0,007
Свинець	0,196	0,022
Сталь	49÷157	0,006
Скло	0,5	0,025
Залізо (коване)	39÷59	
Чавун (сірий, білий)	11,7÷12,7	
Латунь	9,8÷49	
Вода	–	0,49

4.20. Деякі фізичні параметри рідин за температури $t = 20^\circ\text{C}$

Коефіцієнт поверхневого натягу на межі рідина-повітря σ , Н/м; коефіцієнт внутрішнього тертя η , Па·с; коефіцієнт об'ємного розширення β , 10^{-4} K^{-1} ; температури кипіння рідин $t_{\text{кип}}$, $^\circ\text{C}$ при $P_0 = 101325 \text{ Па}$; питома теплота утворення пари при температурах кипіння r , Дж/кг; коефіцієнт теплопровідності κ ; Вт/(м·К).

Рідина	$\sigma \times 10^3$	$\eta \times 10^3$	$\beta \times 10^6$	$t_{\text{кип}}$	$r \times 10^5$	$\kappa \times 10^2$
Бензол	30	0,673	124	80,2	3,94	–
Вода	72,6	1,005	21	100,0	22,6	60
Гліцерин	66	1,480	50	290,0	–	29
Олія рицинова	36,4	970	–	–	–	–
Ртуть	500,0	1,590	18	356,7	2,85	908
Спирт етиловий	22,0	1,2	110	78,3	8,57	17

4.21. Коефіцієнти тертя ковзання

Матеріали	Статичний коефіцієнт		динамічний коефіцієнт	
	без мастила	із мастилом	без мастила	із мастилом
дерево по дереву	0.4÷0.6	0.1	0.2÷0.5	0.07÷0.15
дуб по дубу: вздовж волокон; поперек волокон	0.62	0.11	0.48	0.075
	0.54	–	0.34	–
метал – по дереву по металу	0.5÷0.6	0.1÷0.2	0.3÷0.6	0.1÷0.2
	0.3÷0.5	0.15	0.6	0.5
сталь – по бронзі по кризі по сталі	–	0.1÷0.15	–	0.07÷0.15
	0.02÷0.03	–	0.015	–
	0.15÷0.25	0.11÷0.12	0.03÷0.09	0.05÷0.1
чавун по чавуну	–	0.16	0.15	0.08÷0.1

4.22. Коефіцієнти тертя кочення, δ , см

Ш. Кулон 1781 року експериментально здобув формулу для сили тертя кочення: $F_{\text{тр}} = dN/r$, де N – сила нормального тиску, r – радіус котка.

Матеріали	δ , см
сталеве колесо по дереву	0.15÷0.25
сталеве колесо по сталевих рейках	0.05
дерев'яний каток по дереву	0.05÷0.08
дерево по сталі	0.03÷0.04
кульковий підшипник кочення	0.001÷0.004
роликовий підшипник кочення	0.0025÷0.01
сталева кулька по сталі	0.0005÷0.001

4.23. Швидкість звуку в газах

Газ	Темпера- тура, °C	Швид- кість, м/с	Газ	Темпера- тура, °C	Швид- кість, м/с
Азот	0	334	Пара HO_2	0	401
Азот	300	487	Пара HO_2	100	405
водень	0	1284	Пара спирту	0	230
гелій	0	965	Пара ефіру	0	179
CO_2	0	316	Хлор	0	206

4.24. Швидкість звуку у повітрі при різних температурах

Температура, C	Швидкість, м/с	Температура, C	Швидкість, м/с
-150	216,7	-100	263,7
-50	299,3	-20	318,8
-10	325,1	0	331,5
+10	337,3	+20	343,1
+30	348,9	+50	360,3
+100	387,1	+500	557,3

4.24. Швидкість звуку у рідинах

рідина	Темпера- тура, °C	Швид- кість, м/с	Рідина	Темпера- тура, °C	Швид- кість, м/с
N_2	-199	962	Бензин	+17	1170
розчин солі 20%	+15	1650	Вода морська	+20	1490
Вода	0	1403	Вода	+20	1400

			важка		
Вода	+20	1483	H_2	-256	1187
Вода	+30	1510	He	-269	180
Вода	+74	1555	Гас	+20	2330
Вода	+100	1543	Спирт	+20	1180
гліцерин	+20	1923	Ртуть	+20	1450
Ефір	+25	985	Свинець	+330	1790
Олово	+232	2270	O_2	-182,9	912

4.25. Швидкість звуку у твердих тілах при $t = +20^\circ C$

Речовина	Швидкість, м/с	Речовина	Швидкість, м/с
Діамант	18350	Бетон	4250÷5250
Графіт	1470	Дуб	4115
Кам'яна сіль	4400	Цегла	3600
Крига (-4 C)	3980	Пробка	430÷530
Сосна	5030	Стеарин	1380
Скло оптичне	4450÷5220	Скло органічне	2550
Шифер	4510	Ебоніт	2400
Алюміній	6260	Дюралюміній	6400
Залізо	5850	Золото	3200
Латунь	4280÷4700	Мідь	4700
Олово	3320	платина	3960
Свинець	2160	Срібло	3600
Цинк	4170	Чавун	3850

4.27. Психрометрична таблиця відносної вологості повітря

Покази сухого термометра, °C	Різниця показів сухого і вологого термометрів, °C (якщо різниці показів сухого та волого термометрів дорівнює нулю, то відносна вологість повітря 100%)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
10	88	76	65	54	44	34	24	14	4	-
12	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9
16	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20
20	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34
28	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Список літератури

1. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М. Механика и молекулярная физика. М., 1969.
2. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. Видавництво Львівського університету, 1973.
3. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Київ: Вища школа, 1993.
4. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т. 2. Київ., 1999.
5. Гірка В.О., Гірка І.О. Механіка та молекулярна фізика. Харків: изд. ХНУ імені В.Н. Каразіна. 2010.
6. Лабораторный практикум по физике. Под ред. В.А. Базакуцы. Харьков: изд. Харьковского университета. 1969.
7. Руководство к лабораторным занятиям по физике. Под ред. Л.Л. Гольдина. Москва: Наука. 1973.
8. Венгер Є. Ф., Мельничук Л.Ю., Мельничук О.В., Шевчук О.Г. Механіка. Молекулярна фізика та основи термодинаміки. Лабораторний практикум. Київ: НАН України, Інститут фізики напівпровідників. 2000.
9. Гапчин Б.М., Дутчак Я.Й., Френчко В.С. Молекулярна фізика. Лабораторний практикум. Львів: Світ. 1990.
10. Каленков С.Г., Соломаха Г.И. Практикум по физике. Механика. Москва: Высшая школа. 1990.
11. Курс физики (Практикум). Под ред. Д.А. Городецкого. Киев: Вища школа. 1992.
12. Лабораторный практикум по физике. Под ред. К.А. Барсукова, Ю.И. Уханова. Москва: Высшая школа. 1988.
13. Физический практикум. Механика и молекулярная физика. Под ред. В.И. Ивероновой. Москва: Наука. 1967.
14. Фізичний практикум. За ред. В.П. Душенка. – Ч.1. – Київ: Вища школа. 1981.
15. Кунце Х.-И. Методи фізичних вимірювань. М.: Мир, 1989.
16. Тейлор Дж. Вступ до теорії помилок. М.: Мир, 1985.

Предметний покажчик

А

Абсолютна вологість.....	142
Адитивність моменту інерції.....	57
Адіабатичний процес.....	134
Амплітуда коливачь.....	103
Анізотропне середовище	169
Аретир.....	79
Архімеда сила	128

Б

Биття	98
Бойля-Маріотта закон.....	138

В

Вакуум.....	178
Вакуумметр	182
Вакуумний насос.....	179
Вимірювання10, див. прямі та непрямі	
Вимірювання непрямі.....	10
Вимірювання прямі.....	10
Випадкові похибки.....	12
Водяний еквівалент калориметру	188
Вологість відносна	143
Вологість повітря.....	143

Г

Гамільтона оператор	155
Гармонічні коливання.....	46
Гартування.....	171
Гігрометр	143
Графік.....	20
Грубі похибки	10
Гука закон	168

Д

Демпфер.....	78
Дефлегматор.....	187
Деформація	
поперечна, поздовжня	169
Деформація відносна	170
Деформація залишкова.....	94
Деформація пластична.....	171
Деформація пружна	167
Дисипативна коливальна система	100
Довжина вільного пробігу.....	118
Довірча імовірність.....	13

Е

Евтектика.....	198
Евтектична температура	198
Евтектична точка.....	198
Енергія деформації.....	92
Ефективна величина молярної маси.....	120

З

Закон збереження імпульсу.....	65
Закон збереження кінетичної енергії.....	93
Закон збереження механічної енергії.....	65
Закон збереження моменту імпульсу	68
Закон Ньютона другий	35
Затискувач Гофмана	189
Зведена довжина.....	51
Звукова хвиля.....	148
Зіткнення	90

Й

Ймовірність.....	13
------------------	----

І

Ізоентропійний процес.....	134
Ізотропне тверде тіло	168
Ізохоричний процес.....	137
Інтерференція.....	148

К

Калориметр	163
Калориметр адіабатичний	163
Квазіпружний вібратор.....	168
Квінке прилад.....	150
Клемана і Дезорма прилад	139
Коефіцієнт відновлення.....	96
Коефіцієнт внутрішнього тертя	118
Коефіцієнт загасання	101
Коефіцієнт пружності.....	57
Коефіцієнт Стюдента.....	16
Коефіцієнт теплопровідності.....	155
Коефіцієнт тертя	60
Коефіцієнт тертя кочення	60
Коливання вимушені	103
Коливання вільні	46
Коливання власні	100
Коливання загасаючі.....	100
Коливання нелінійні	108
Коливання параметричні	110
Коливань суперпозиція	105
Конвекція.....	155
Кристалізації процес.....	193

Л

Лабораторний журнал.....	25
Ламінарний потік	119
Лермонтова прилад.....	171
Лінеаризація.....	21
Лінія	

ліквідусу, солідусу	195
Логарифмічний декремент загасання.....	102
Лошмідта число	121

М

Маклорена ряд	139
Максвела розподіл	120
Манометр термопарний	182
Манометрична лампа	182
Математичний маятник	53
Машина Атвуда.....	34
Маятник балістичний	64
Маятник Максвела	38
Маятник Обербека	86
Маятник оборотний	49
Маятник похилий	60
Маятник фізичний	48
Метод Бесселя	53
Метод дзеркальця та шкали	172
Метод найменших квадратів.....	22
Метод подвійного зважування.....	82
Метод сталого навантаження.....	83
Метод тарування	83
Миттєва вісь обертання	40
Модуль зсуву	167
Модуль кручення.....	175
Момент інерції.....	41
Момент сили тяжіння	41

Н

Нелінійний зсув фази.....	110
Нестійкість параметрична	110
Нульова точка	78

О

Обертовий маятник.....	55
Основний закон динаміки обертального руху.....	41

П

Паралакс.....	130
Параметр модуляції.....	111
Період коливачь.....	49
Показник адіабати.....	134
Показник ізентропи.....	134
Помилка.....	9
Похибка	
систематичні; випадкові; грубі	
.....	10
Похибка абсолютна.....	9
Похибка відносна.....	9
Похибка приладу.....	15
Правило Важеля.....	198
Прецесія гіроскопу.....	73
Прискорення вільного падіння.....	36
Пружності коефіцієнт.....	57, 101, 147
Психрометр.....	144
Пуазейля формула.....	119
Пуассона коефіцієнт.....	137
Пуассона рівняння.....	134

Р

Резонанс лінійний.....	103
Резонанс параметричний.....	112
Рівняння стану ідеального газу.....	121
Рівняння теплового балансу.....	187
Робота деформації.....	95
Робота сили тертя.....	61
Розподіл Гауса.....	13
Розчинність необмежена.....	195
Рух гіроскопу.....	72
Рух коливальний.....	45
Рух рівномірний.....	32
Рух рівноприскорений.....	32

С

Середнє значення модуля	
швидкості.....	120
Середнє арифметичне.....	15

Сила взаємодії.....	96
Сила нормального тиску.....	60
Сила реакції опори.....	61
Систематичні похибки.....	10
Смуга застою.....	79
Стан рівноваги.....	34
Стокса метод.....	127
Суміш речовин.....	194

Т

Температура кристалізації.....	194
Теорема Гюйгенса-Штейнера.....	42
Теплоємність газу при сталому	
об'ємі.....	134
Теплоємність газу при сталому	
тиску.....	134
Теплоємність твердого тіла.....	162
Теплота кристалізації.....	193
Теплота пароутворення.....	187
Теплота плавлення.....	192
Терези.....	77
Терези аналітичні.....	77
Терези спеціальні.....	78
Терезів чутливість.....	80
Терезів шальки.....	79
Термопара	
проста, диференціальна.....	162
Тигель.....	193
Тиск атмосферний.....	123
Тиск гідростатичний.....	123

У

Удар.....	90
Удар абсолютно непружний.....	64
Удар абсолютно пружний.....	65
Удар непружний.....	65
Удар центральний.....	93
Умова резонансна.....	111

Ф

Фаза	
рідка, тверда, твердого розчину	
.....	195
Фаза початкова.....	103
Фазовий перехід першого роду.....	194
Форвакуум.....	178
Форвакуумний насос.....	178
Фур'є закон.....	155

Ц

Центр мас.....	41
----------------	----

Ч

Часткова розчинність.....	199
Частота биття.....	106

Частота власна.....	99
Частота коливачь.....	49
Числового значення.....	9

Ш

Швидкість дії насоса.....	181
Швидкість звуку.....	148
Швидкість кутова.....	41
Швидкість лінійна.....	69

Ю

Юнга модуль.....	167
------------------	-----

Я

Явища перенесення.....	118
Явище теплопровідності.....	154