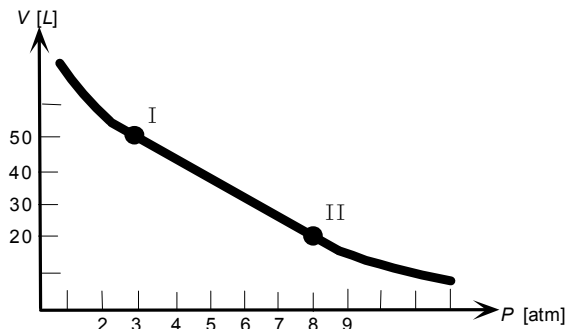


【演習問題レオ 0 1】

下の図は、ある物質について体積と圧力の関係を示したものです。状態 I から状態 II まで圧縮する場合の圧縮率を $[\text{Pa}^{-1}]$ の単位で求めよ。 $1\text{atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ とする。



【演習問題レオ 0 2】

- (1) 系のエントロピーが増減する例を配列に関連づけて説明し、その例の中の配列が何かを示せ。
- (2) CGS 単位系 (cm, g, sec を用いた単位系のこと) で表した力の大きさの単位を dyne (ダインと読む) で表記する。 $1\text{N} = 10^5 \text{ dyne}$ となることを示せ。計算の過程がわかるように記せ。
- (3) $10 [\text{dyne sec} / \text{cm}^2] = 1 \text{ Pa sec}$ となることを示せ。計算の過程がわかるように記せ。

【演習問題レオ 0 3】

- (1) ずり変形 (せん断変形) を 2.2 図(テキスト p.9)のように表したとき、ずり速度(せん断速度)が速度勾配に等しいことを説明せよ。
- (2) レオロジー的性質の分類(2.4 図、テキスト p.10)について特徴を述べよ。

【演習問題レオ 0 4】

- (1) 日常的に見られる粘度の高い液体、および粘度の低い液体の例を挙げなさい。
- (2) 流動模型(2.10 図、テキスト p.14)における活性化エネルギーの意味を説明しなさい。

【演習問題レオ 0 5】

- (1) 自由体積とは何かを説明せよ。
- (2) 自由体積と粘度の関係を説明せよ。

【演習問題レオ 0 6】

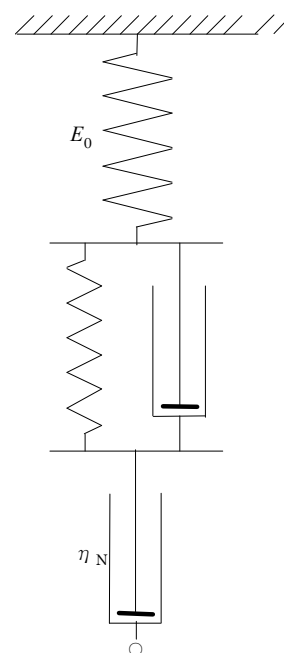
- (1) Maxwell 模型および Voigt 模型の応力-歪み関係の説明に沿って、”入力”と”出力”を用いた短文を二つ作れ。
- (2) ”刺激”と”応答”を用いた短文を二つ作れ。

【演習問題レオ 0 7】

下の表は四要素模型に対して $\sigma_0 = 50 \text{ N/m}^2$ の応力でクリープ測定したときの、時間(t)と歪み(γ)の測定結果である。直列接続しているスプリングの弾性率 E_0 とダッシュポットの粘性率 η_N を求めよ。
右に示した図は四要素模型のモデル図である。

(表全体の参照には演習編のデータ・ファイル (PDF 文書) をダウンロード & オープンして下さい。)

t/ s	$\gamma(t)$	t/ s	$\gamma(t)$	t/ s	$\gamma(t)$
0.1	6.33	2.1	15.36	4.1	19.45
0.2	7.46	2.2	15.57	4.2	19.65
0.3	8.42	2.3	15.79	4.3	19.85



0.4	9.24	2.4	16	4.4	20.05
0.5	9.95	2.5	16.21	4.5	20.25
...	...	...	...	...	...
1.8	14.68	3.8	18.85	5.8	1.26
1.9	14.91	3.9	19.05	5.9	1.03
2	15.14	4	19.25	6	0.85

(注意!) Excel を使ってグラフ作成するときは、Adobe Reader でデータをコピーして Excel シートへペーストして下さい。ペーストした後 [データ]・[区切り位置] のメニューでデータを整頓しましょう。Excel 以外のソフトでもグラフソフトは色々あるのでトライしてみよう。

【演習問題レオ 08】

下の表は $\omega = 1 \text{ rad/s}$ で高分子水溶液の動的粘弾性測定をしたときの時間(t)、応力(σ)、歪み(γ)の測定結果である。

[1]

$\sigma-t$ グラフ、 $\gamma-t$ グラフを作成し σ_0, γ_0 を求めよ。 σ_0, γ_0 はそれぞれ σ, γ の振幅である。(表全体の参照には演習編のデータ・ファイル (PDF 文書) をダウンロード & オープンして下さい。)

time	stress	strain	time	stress	strain
s	Pa	%	s	Pa	%
0	0	0	5.3	-830.429	-83.0153
0.1	520.358	9.93394	5.5	-436.022	-70.3603
0.3	1102.72	29.3985	5.7	-39.0364	-54.9337
0.5	1487	47.6353	5.9	345.888	-37.2679
...	...	...	...	...	...
4.5	-1968.34	-97.6131	9.9	-1633.3	-45.5904
4.7	-1795.33	-99.8562	9.7	-1421.97	-27.0266
4.9	-1534.26	-98.1436	9.9	-1633.3	-45.5904
5.1	-1205.12	-92.5418			

※：注意：PDF 文書内の数値をコピーペーストしてエクセル表およびグラフを作成することができます。ペーストした後は [データ]・[区切り位置] のメニューでデータを整頓してからグラフ作成しましょう。

[2]

σ をy軸へ、 γ をx軸へとったグラフをつくり、楕円の図形が得られることを確かめよ。次式を用いて位相角 δ を求めよ (A,B は楕円の長軸・短軸の長さ、X,Y は楕円に外接する長方形の辺の長さ)。

$$\sin \delta = \frac{AB}{XY}$$

[3]

下に示した動的粘弾性の表式をつかい、この高分子水溶液の G', G'' を求めよ。

$$G^* = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} (\cos \delta - i \sin \delta) = G' + iG'' \text{ より、 } G' = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} \times \cos \delta \quad G'' = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} \times \sin \delta$$

【演習問題レオ 09】

フォークト模型の複素コンプライアンスは実数部、虚数部それぞれが次式で書ける。

$$J'(\omega) = G_V \frac{1}{1 + (\omega\tau)^2}, \quad J''(\omega) = G_V \frac{\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2}$$

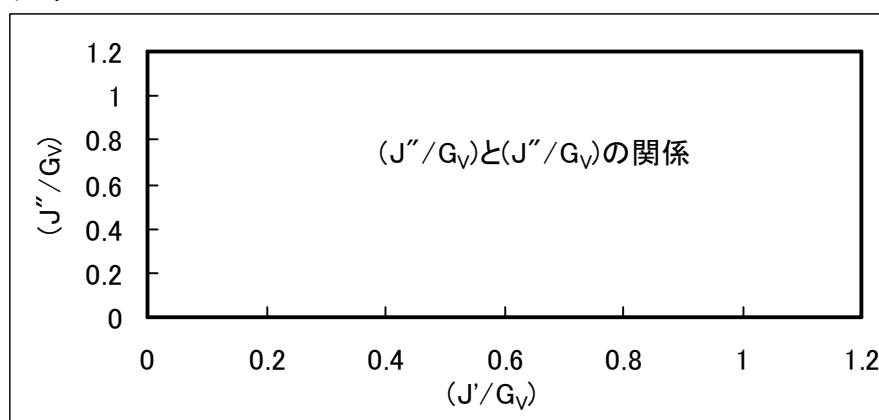
G_V はフォークト模型のスプリング部分のバネ定数である。複素コンプライアンス $J^*(i\omega)$ は、 $J^*(i\omega) = J'(\omega) - iJ''(\omega)$ で表わされる。この $J'(\omega), J''(\omega)$ を複素平面表示すると半円のグラフが得られることを、下記[1], [2]の計算を通して確かめなさい。

[1] $G_V = 0.2, 3, 20, 150, 1200 \text{ Pa}$ として計算し、下の表をうめよ。

(表全体の参照には演習編のデータ・ファイル (PDF 文書) をダウンロード & オープンして下さい。)

G_V	0.2		3		20		150		1200	
$(\omega\tau)$	J'/G_V	J''/G_V	J'/G_V	J''/G_V	J'/G_V	J''/G_V	J'/G_V	J''/G_V	J'/G_V	J''/G_V
0.005										
0.01										
...										
300										
500										

[2] (J'/G_V) を x 軸へ, (J''/G_V) を y 軸へとり $G_V=0.2, 3, 20, 150, 1200\text{Pa}$ それぞれについてプロットせよ。



【演習問題レオ 10】

M 模型の貯蔵弾性率、損失弾性率は次式で書ける。((6.37)式において、一般化された模型から単一 M 模型の G_i を G_M に書き換えた式である。) G_M は M 模型のスプリング部分のバネ定数である。

$$G' = G_M \cdot \frac{(\omega\tau)^2}{1 + (\omega\tau)^2}, \quad G'' = G_M \cdot \frac{\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2}$$

この貯蔵弾性率、損失弾性率を複素平面表示 (コール・コール・プロットと言う) すると半円のグラフが得られることを、下記[1] - [3]の計算を通して確かめなさい。

[1] $G_M=0.2, 3, 20, 150, 1200\text{Pa}$ として計算し、下の表をうめよ。(表全体の参照には演習編のデータ・ファイル (PDF 文書) をダウンロード & オープンして下さい。)

G_M	0.2		3		20		150		1200	
$(\omega\tau)$	G'	G''	G'	G''	G'	G''	G'	G''	G'	G''
0.005										
0.01										
...										
300										
500										

[2] 上の計算で得られた G', G'' について G_M で叙して $(G'/G_M), (G''/G_M)$ を求め、下の表をうめよ。(表全体の参照には演習編のデータ・ファイル (PDF 文書) をダウンロード & オープンして下さい。)

G_M	0.2		3		20		150		1200	
$(\omega\tau)$	G'/G_M	G''/G_M	G'/G_M	G''/G_M	G'/G_M	G''/G_M	G'/G_M	G''/G_M	G'/G_M	G''/G_M
0.005										
0.01										

.....										
300										
500										

[3] $G_M=0.2, 3, 20, 150, 1200\text{Pa}$ それぞれについて (G'/G_M) を x 軸へ, (G''/G_M) を y 軸へとりプロットせよ。

【演習問題レオ 1 1】

材料化学実験の第二部・7 ゴム弾性のデータを用意して次の表を作成しなさい。

重りの 個数	f	X_0	室温 1 (T_1)			温度 2 (T_2)			・ ・	温度 4 (T_4)		
			dL	λ	$\alpha / \%$	dL	λ	$\alpha / \%$		dL	λ	$\alpha / \%$
1												
2												
3												
4												
...												
14												

ここで α は次式を使って計算しなさい; $\alpha = (L - L_0) \times 100 / L_0$. さらに上表から f の値を内挿して下の表を完成させなさい。ただし $\alpha = 100\%$ における f と温度との関係から $(\frac{\partial f}{\partial T})_{\alpha, P} = c$ で c を求めよ。

$\alpha / \%$	f (T_1 のとき)	f (T_2 のとき)	f (T_3 のとき)	f (T_4 のとき)	$T_3 \times c$	$(\frac{\partial U}{\partial L})$
0						
30						
60						
90						
120						
150						
180						

$(\partial U / \partial L)$ は $(\frac{\partial U}{\partial L})_{T, P} = f - T \times (\frac{\partial f}{\partial T})_{\alpha, P}$ の関係 (マックスウェルの関係式と呼ばれる) から求めよ。

以上の算出過程から得られる知見を述べよ。

【演習問題レオ 1 2】

材料化学実験の第二部・4 高分子フィルムの静的力学特性のデータを手元に用意して、①未延伸フィルム ②X 方向延伸 ③Y 方向延伸の各試料について歪み速度 $\dot{\gamma}$ を求めよ。さらに公称応力—時間のグラフを作成せよ。グラフの初期勾配を K と書くと、 $K = E \times \dot{\gamma}$ で表される。この関係を用いて E を求め、応力—歪み曲線から得た初期弾性率と比較しなさい。

【演習問題レオ 1 3】

材料化学実験の第三部・11 高分子の粘性と弾性・粘弾性モデル実験において得られたバネ定数 k および粘性率 η の値を用いて、マックスウェル・モデルへ一定の $\dot{\gamma}$ で歪みを掛けたときの応力 σ の時間変化をグラフにして示しなさい。グラフ作成にあたり、 $\sigma(t) = \eta \dot{\gamma} (1 - \exp(-t/\tau))$ を用いなさい (緩和時間は $\tau = \eta/k$ を示す)。 $\dot{\gamma}$ はダッシュポットの粘性率を求める際の値を用いてよい。

以上です。

《 演習問題の実施日と対象学生（予定） 》

	日 付	解答 の作成	解答用紙 の提出	解答用紙	対象 学生
【演習問題レオ０１】	11月12日	授業時間 中に作成 する。	授業時間 中に提出 して下さい。	TodaysWORK	全員
【演習問題レオ０２】	11月19日			TodaysWORK	
【演習問題レオ０３】	12月03日			TodaysWORK	
【演習問題レオ０４】	12月17日			TodaysWORK	
【演習問題レオ０５】	12月24日			TodaysWORK	
【演習問題レオ０６】	01月07日			TodaysWORK	
【演習問題レオ０７】	00月00日	課外時間 に 作成 する。		レポート用紙(※)	全員
【演習問題レオ０８】	01月21日				A班(※)
【演習問題レオ０９】					B班(※)
【演習問題レオ１０】					C班(※)
【演習問題レオ１１】	01月28日				A班
【演習問題レオ１２】					B班
【演習問題レオ１３】					C班

(※) レポート用紙（パソコンからのプリントを含む）提出の際に、必ず、次ページの表紙をプリントしてホチキスで綴じて下さい。問題番号、日付、氏名、学生番号の記入もれに注意。

(※) 学生番号: 1～28＝A班 , 29～63＝B班 , 64～その他＝C班 として問題 08－13 を演習してください。

2015 年

ホチキス綴め

○ここにパンチで穴をあける○

【演習問題レオ】の表紙

【演習問題レオ】

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名

— < きりとりせん > —

ホチキス綴め

○ここにパンチで穴をあける○

【演習問題レオ】の表紙

【演習問題レオ】

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名

○ ここにパンチで穴をあける ○

《web からゲットした版》

【演習問題レオ01】のシート

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名

○ ここにパンチで穴をあける ○

《web からゲットした版》

【演習問題レオ02】のシート

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名

○ ここにパンチで穴をあける ○

《web からゲットした版》

【演習問題レオ03】のシート

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名

○ ここにパンチで穴をあける ○

《web からゲットした版》

【演習問題レオ04】のシート

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名

○ ここにパンチで穴をあける ○

《web からゲットした版》

【演習問題レオ05】のシート

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名

○ ここにパンチで穴をあける ○

《web からゲットした版》

【演習問題レオ06】のシート

○ 月 日 番号(二桁) : 氏名