

# Probabilidade e Estatística

## Ciência da Computação A

2010/2

Prof. Fernando Deeke Sasse

### Problemas Resolvidos - Probabilidade

1. Um fabricante de lâmpadas para faróis automotivos testa as lâmpadas sob condições de alta umidade e alta temperatura, usando a intensidade e vida útil como parâmetros de interesse. A tabela abaixo mostra a performance de 130 lâmpadas.

		vida útil	
		satisfatório	insatisfatório
intensidade	satisfatório	117	3
	insatisfatório	8	2

- (a) Qual é a probabilidade de que uma lâmpada selecionada aleatoriamente seja insatisfatória sob qualquer critério?  
(b) Clientes exigem 95% de resultados satisfatórios. O fabricante pode atender a esta exigência?

**Solução.**

(a) A tabela apresenta dados mutuamente excludentes, de modo as probabilidades de cada evento se somam:

$$> (8+3+2)/130;$$

$$\frac{1}{10}$$

(1.1)

(b) Como a probabilidade da lâmpada não apresentar defeito é  $1 - 1/10 = 0.9$ , a exigência não é satisfeita.

2. Discos de policarbonato são analisados no que se refere a resistência a arranhões e resistência a choque. Os resultados de 100 discos são mostrados abaixo

		resistência a choques	
		alta	baixa
resistência a arranhões	alta	70	9
	baixa	16	5

Considere o evento A de que um disco tenha alta resistência a choques e o evento B de que ele tenha alta resistência a arranhões.

- (a) Se um disco é selecionado aleatoriamente qual é a probabilidade de que ele tenha alta resistência a choque e arranhões?  
(b) Se um disco é selecionado aleatoriamente qual é a probabilidade de que ele tenha alta resistência a choque ou arranhões?  
(c) São os eventos A e B mutuamente excludentes?  
(d) Determine  $P(A' \text{ ou } B)$ ,  $P(A' \text{ ou } B')$  e  $P(A' \text{ e } B')$ .  
(e) Determine  $P(A | B)$  e  $P(B | A)$ .

**Solução.**

(a) Devemos determinar  $P(A \text{ e } B)$ . Da tabela vemos imediatamente que esta probabilidade é:

$$> P(A \text{ and } B) := 70/100;$$

$$P(A \text{ and } B) := \frac{7}{10} \quad (2.1)$$

(b) Devemos determinar  $P(A \text{ ou } B) = P(A) + P(B) - P(A \text{ e } B) = 1 - P(A' \text{ e } B')$

$$> P(A \text{ or } B) := 79/100 + 86/100 - 70/100;$$

$$P(A \text{ or } B) := \frac{19}{20} \quad (2.2)$$

Usando a última fórmula temos também

$$> 95/100;$$

$$\frac{19}{20} \quad (2.3)$$

(c) Não, como visto no item (a)

(d)  $P(A' \text{ ou } B) = P(A') + P(B) - P(A' \text{ e } B)$

$$> 14/100 + 79/100 - 9/100;$$

$$\frac{21}{25} \quad (2.4)$$

$P(A' \text{ ou } B') = P(A') + P(B') - P(A' \text{ e } B')$

$$> 14/100 + 21/100 - 5/100; (16+5+9)/100;$$

$$\frac{3}{10} \\ \frac{3}{10} \quad (2.5)$$

Por uma leitura direta da tabela,

$$> (16+5+9)/100;$$

$$\frac{3}{10} \quad (2.6)$$

Da tabela temos diretamente  $P(A' \text{ e } B') = \frac{5}{100}$

(e) Por uma leitura direta da tabela obtemos imediatamente as probabilidades condicionais:

$$> P(A, B) := 70/79;$$

$$P(A, B) := \frac{70}{79} \quad (2.7)$$

$$> P(B, A) := 70/86;$$

$$P(B, A) := \frac{35}{43} \quad (2.8)$$

ou, usando a fórmula para a probabilidade condicional,

$$> P(B) := 79/100; P(A) := 86/100;$$

$$P(B) := \frac{79}{100} \\ P(A) := \frac{43}{50} \quad (2.9)$$

>  $P(A,B) := P(A \text{ and } B) / P(B); P(B,A) := P(A \text{ and } B) / P(A);$

$$P(A, B) := \frac{70}{79}$$

$$P(B, A) := \frac{35}{43}$$

(2.10)

> ;

3. Um lote de 100 chips semicondutores contém 20 que são defeituosos.

(a) Dois chips são selecionados aleatoriamente do lote, sem substituição. Qual a probabilidade de que o segundo seja defeituoso?

(b) Três chips são selecionados aleatoriamente do lote, sem substituição. Qual a probabilidade de que todos sejam defeituosos?

(c) Três chips são selecionados aleatoriamente do lote, sem substituição. Qual a probabilidade de que ao menos um deles seja defeituoso?

**Solução.**

(a) Seja  $d$  o evento de que o chip seja defeituoso e  $p$  que seja perfeito. Então devemos calcular  $P(pd) + P(dd)$ . Ou seja,

>  $(80/100) * (20/99) + (20/100) * (19/99);$

$$\frac{1}{5}$$

(3.1)

(b)

>  $(20/100) * (19/99) * (18/98);$

$$\frac{19}{2695}$$

(3.2)

> `evalf(%)`;

$$0.007050092764$$

(3.3)

(c) Devemos somar as probabilidades de que haja somente 1 chip defeituoso com a probabilidade de que haja 2 chips defeituosos mais aquela de que haja três chips defeituosos.

$p = P(dpp) + P(pdp) + P(ppd) + P(ddp) + P(dpd) + P(pdd) + P(ddd)$

>  $P(dpp) := (20/100) * (80/99) * (79/98); P(pdp) := (80/100) * (20/99) * (79/98); P(ppd) := (80/100) * (79/99) * (20/98);$

$$P(dpp) := \frac{632}{4851}$$

$$P(pdp) := \frac{632}{4851}$$

$$P(ppd) := \frac{632}{4851}$$

(3.4)

>  $P(ddp) := (20/100) * (19/99) * (80/98); P(dpd) := (20/100) * (80/99) * (19/98); P(pdd) := (80/100) * (20/99) * (19/98);$

$$P(ddp) := \frac{152}{4851}$$

$$P(dpd) := \frac{152}{4851}$$

$$P(pdd) := \frac{152}{4851} \quad (3.5)$$

> P(ddd) := (20/100)\*(19/99)\*(18/98);

$$P(ddd) := \frac{19}{2695} \quad (3.6)$$

Portanto, a probabilidade é dada por

> P(dpp)+P(pdp)+P(ppd)+P(ddp)+P(dpd)+P(pdd)+P(ddd);

$$\frac{3977}{8085} \quad (3.7)$$

> evalf(%);

$$0.4918985776 \quad (3.8)$$

> ;

4. Oito cavidades em uma ferramenta de injeção-molde produzem conectores plásticos que caem em um recipiente. Uma amostra é escolhida entre intervalos de minutos. Suponha que as amostras são independentes.

- Qual é a probabilidade de que 5 amostras sucessivas tenham sido produzidas na cavidade um do molde?
- Qual é a probabilidade de que 5 amostras sucessivas tenham sido produzidas em uma mesma cavidade do molde?
- Qual é a probabilidade de que 4 de 5 amostras sucessivas tenham sido produzidas na cavidade um do molde?

**Solução.**

Eventos:

$E_i$  - conector foi produzido na cavidade  $i$  do molde,  $i = 1 \dots 8$ .

- Como os eventos são independentes, a intersecção dos 5 é igual ao seu produto:

$$\begin{aligned} > (1/8.)^5; \\ & 0.00003051757812 \end{aligned} \quad (4.1)$$

- Pela independência dos eventos,

$$\begin{aligned} > 8*(1/8.)^5; \\ & 0.0002441406250 \end{aligned} \quad (4.2)$$

- Note que o número de seqüências em que 4 de 5 amostras foram produzidas no molde 1 é 5, de modo que

$$\begin{aligned} > 5*(1/8.)^4*(7/8); \\ & 0.001068115234 \end{aligned} \quad (4.3)$$

5. No design preliminar de produtos são utilizadas avaliações de clientes. No passado, 95% dos produtos de alto sucesso receberam boas avaliações, 60% dos produtos de sucesso moderado receberam boas avaliações, e 10% dos produtos de pobre desempenho receberam boas avaliações. Além disso, 40% dos produtos tiveram alto sucesso, 35% tiveram sucesso moderado e 25% tiveram desempenho pobre.

- Qual é a probabilidade de que o produto consiga uma boa avaliação?
- Se um novo design obtém uma boa avaliação, qual a probabilidade de que ele tenha alto sucesso?
- Se um produto não recebe uma boa avaliação, qual é a probabilidade de que ele tenha alto sucesso?

**Solução.**

Eventos:

A - produto recebe boa avaliação

S - produto tem alto sucesso

M - produto tem médio sucesso

N - produto não faz sucesso

(a) Devemos calcular  $P(A) := P(S) P(S, A) + P(M) P(M, A) + P(N) P(N, A)$ 

```
> restart:
```

```
> P(S):=0.4: P(M):=0.35: P(N):=0.25:
```

```
> P(A,S):=0.95: P(A,M):=0.6: P(A,N):=0.1:
```

```
> P(A):=P(S)*P(A,S)+P(M)*P(A,M)+P(N)*P(A,N);
```

```
P(A) := 0.615
```

(5.1)

(b) Usando as fórmulas para probabilidade condicional temos

```
> P(S,A):=P(A,S)*P(S)/P(A);
```

```
P(S,A) := 0.6178861789
```

(5.2)

(c)

```
> P(Ap,S):=1-P(A,S); P(Ap):=1-P(A);
```

```
P(Ap,S) := 0.05
```

```
P(Ap) := 0.385
```

(5.3)

```
> P(S,Ap):=P(Ap,S)*P(S)/P(Ap);
```

```
P(S,Ap) := 0.05194805195
```

(5.4)

```
> ;
```

6. Um software que detecta fraudes em cartões telefônicos detecta o número de das áreas metropolitanas onde as chamadas são originadas a cada dia. São obtidos os seguintes dados:

- 1% dos usuários legítimos chamam de duas ou mais áreas metropolitanas em um mesmo dia.
- 30% dos usuários fraudulentos chamam de duas ou mais áreas metropolitanas em um mesmo dia.
- A proporção de usuários fraudulentos é de 0.01%.

Se um mesmo usuário faz chamadas de duas ou mais áreas metropolitanas em um mesmo dia, qual é a probabilidade de que o usuário seja fraudulento?

**Solução.**

Eventos:

M - usuário faz chamadas de duas ou mais áreas metropolitanas em um mesmo dia

L - usuário é legítimo

F - usuário é fraudulento

Note que L e F são eventos mutuamente exclusivos e exaustivos.

Devemos calcular  $P(F, M) := \frac{P(M, F) P(F)}{P(M, F) P(F) + P(M, L) P(L)}$ .

```
> P(M,F):=0.3:P(M,L):=0.01:P(F):=0.0001:P(L):=1-P(F):
```

```
> P(F,M):=P(M,F)*P(F)/(P(M,F)*P(F)+P(M,L)*P(L));
```

```
P(F,M) := 0.002991325157
```

(6.1)

7. Denotemos por E1, E2 e E3 amostras que satisfazem especificações de porcentagem de sólidos, peso molecular e cor, respectivamente. Um total de 240 amostras são classificadas de acordo com estas especificações de acordo com a tabela abaixo:

$E_3$  yes

		$E_2$		
		yes	no	Total
$E_1$	yes	200	1	201
	no	5	4	9
Total		205	5	210

$E_3$  no

		$E_2$		
		yes	no	
$E_1$	yes	20	4	24
	no	6	0	6
Total		26	4	30

- (a)  $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$  são eventos mutuamente exclusivos?  
(b)  $E_1'$ ,  $E_2'$  e  $E_3'$  são eventos mutuamente exclusivos?  
(c) Determine  $P(E_1' \text{ ou } E_2' \text{ ou } E_3')$ .  
(d) Qual é a probabilidade de que a amostra satisfaça todas as três especificações?  
(e) Qual é a probabilidade de que a amostra satisfaça  $E_1$  ou  $E_3$ ?  
(f) Qual é a probabilidade de que a amostra satisfaça  $E_1$  ou  $E_2$  ou  $E_3$ ?

**Solução.**

- (a) Não. Note que  $E_1 \cap E_2 \cap E_3 = 200$   
(b) Não. Note que  $E_1' \cap E_2' = 4$

(c) Diretamente da tabela:

$$\left[ \begin{array}{l} > 30/240 + 9/240 + 1/240; \\ \\ \frac{1}{6} \end{array} \right. \quad (7.1)$$

O mesmo resultado pode obtido através da fórmula:

$$P(E_1 \cup E_2' \cup E_3') = P(E_1') + (E_2') + (E_3') - P(E_1' \cap E_2') - P(E_1' \cap E_3') - P(E_2' \cap E_3')$$

ou seja,

$$\left[ \begin{array}{l} > P1 := (9+6)/240 + (5+4)/240 + 30/240 - 4/240 - 6/240 - 4/240 + 0/240; \\ \\ P1 := \frac{1}{6} \end{array} \right. \quad (7.2)$$

(d) Diretamente da primeira tabela vemos que

$$\left[ \begin{array}{l} > 200/240; \\ \\ \frac{5}{6} \end{array} \right. \quad (7.3)$$

(e) Diretamente da tabela vemos que

$$\begin{aligned} &> 210/240+24/240; \\ & \qquad \qquad \qquad \frac{39}{40} \end{aligned} \tag{7.4}$$

(f)

$$\begin{aligned} &> 210/240+24/240+6/240; \\ & \qquad \qquad \qquad 1 \end{aligned} \tag{7.5}$$

8. Um lote de 140 chips semicondutores é inspecionado através da coleta de amostras de 5 chips. Suponha que 10 chips não satisfazem as exigências dos consumidores.

(a) Quantas amostras diferentes são possíveis?

(b) Quantas amostras de 5 elementos possuem exatamente um chip fora de conformidade?

(c) Quantas amostras de 5 elementos possuem ao menos um chip fora de conformidade?

**Solução.**

(a) Como o ordenamento na amostra não é importante, devemos calcular combinações de 140 elementos, 5 a 5. Ou seja,

$$\begin{aligned} &> 140!/(5!)/(140-5)!; \\ & \qquad \qquad \qquad 416965528 \end{aligned} \tag{8.1}$$

(b) Um subconjunto contendo exatamente um chip fora de conformidade pode ser formado escolhendo-se 1 entre 10 chips que não satisfazem as exigências, ou seja, 10 possibilidades. Em seguida selecionamos os subconjuntos correspondentes às 4 partes restantes a partir dos 130 chips que satisfazem as exigências. Ou seja,

$$\begin{aligned} &> 10*(130!)/4!/(130-4)!; \\ & \qquad \qquad \qquad 113588800 \end{aligned} \tag{8.2}$$

(c) Sejam os eventos

c- conforme

n - não conforme

Devemos agora somar todas as possibilidades:  $N(\{n,c,c,c,c\}) + N(\{n,n,c,c,c\}) + N(\{n,n,n,c,c\}) + N(\{n,n,n,n,c\}) + N(\{n,n,n,n,n\})$

`> with(combinat):`

$$\begin{aligned} &> N([n,c,c,c,c]) := numbcomb(140,5); \\ & \qquad \qquad \qquad N([n,c,c,c,c]) := 416965528 \end{aligned} \tag{8.3}$$

$$\begin{aligned} &> N([n,n,c,c,c]) := numbcomb(10,2)*numbcomb(130,3); \\ & \qquad \qquad \qquad N([n,n,c,c,c]) := 16099200 \end{aligned} \tag{8.4}$$

$$\begin{aligned} &> N([n,n,n,c,c]) := numbcomb(10,3)*numbcomb(130,2); \\ & \qquad \qquad \qquad N([n,n,n,c,c]) := 1006200 \end{aligned} \tag{8.5}$$

$$\begin{aligned} &> N([n,n,n,n,c]) := numbcomb(10,4)*numbcomb(130,2); \\ & \qquad \qquad \qquad N([n,n,n,n,c]) := 1760850 \end{aligned} \tag{8.6}$$

$$\begin{aligned} &> N([n,n,n,n,n]) := numbcomb(10,5)*numbcomb(130,1); \\ & \qquad \qquad \qquad N([n,n,n,n,n]) := 32760 \end{aligned} \tag{8.7}$$

Portanto,

$$> N([n,c,c,c,c])+N([n,n,c,c,c])+N([n,n,n,c,c])+N([n,n,n,n,c])+N$$

```
([n,n,n,n,n]);
```

```
435864538
```

```
(8.8)
```

```
> ;
```

9. Amostras de uma peça moldada de plástico são classificadas com base no acabamento da superfície e acabamento da borda. Os resultados envolvendo 110 partes são resumidos como segue:

		acabamento da borda	
		excelente	bom
acabamento da superfície	excelente	77	4
	bom	9	20

Denotando por A o evento correspondente a um acabamento de superfície excelente, e B o evento correspondente a um acabamento de borda excelente. Se uma parte é selecionada aleatoriamente, determine:

$P(A)$ ,  $P(A')$ ,  $P(B)$ ,  $P(A \cup B)$ ,  $P(A \cap B)$ ,  $P(A \cap B')$ .

**Solução**

```
> restart;
```

```
> P(A):=(77+4)/110.;
```

```
P(A) := 0.7363636364
```

```
(9.1)
```

```
> P(Ap):=(9+20)/110.;
```

```
P(Ap) := 0.2636363636
```

```
(9.2)
```

```
> P(B):=(77+9)/110.;
```

```
P(B) := 0.7818181818
```

```
(9.3)
```

```
> P(AeB):=77/110.;
```

```
P(AeB) := 0.7000000000
```

```
(9.4)
```

```
> P(AouB):=P(A)+P(B)-P(AeB);
```

```
P(AouB) := 0.8181818180
```

```
(9.5)
```

```
> P(AeBp):=4/110.;
```

```
P(AeBp) := 0.03636363636
```

```
(9.6)
```

10. Um lote de 120 chips semicondutores contém 22 que são defeituosos.

(a) Dois chips são selecionados aleatoriamente do lote, sem substituição. Qual a probabilidade de que o segundo seja defeituoso?

(b) Três chips são selecionados aleatoriamente do lote, sem substituição. Qual a probabilidade de que todos sejam defeituosos?

(c) Três chips são selecionados aleatoriamente do lote, sem substituição. Qual a probabilidade de que ao menos um seja defeituoso?

Solução.

Eventos:

D: chip é defeituoso, N: chip não defeituoso

(a) Devemos determinar  $P_{2D} = P(DD) + P(ND)$  :

```
> P(DD):=22/120*21/119; P(ND):=(120-22)/120*22/119;
```

$$P(DD) := \frac{11}{340}$$

$$P(ND) := \frac{77}{510} \quad (10.1)$$

```
> P2D:=P(DD) + P(ND);
```

$$P_{2D} := \frac{11}{60} \quad (10.2)$$

```
> evalf(%);
```

$$0.1833333333 \quad (10.3)$$

(b)

```
> P(DDD):=22/120*21/119*20/118;
```

$$P(DDD) := \frac{11}{2006} \quad (10.4)$$

```
> evalf(%);
```

$$0.005483549352 \quad (10.5)$$

(c) Devemos calcular  $P = P(DDD)+P(DDN)+P(DND)+P(NDD)+P(DNN)+P(NDN)+P(NND)$

Notemos que  $P(DDN) = P(NDD) = P(DND)$  e  $P(DNN) = P(NDN) = P(NND)$ .

```
> P(DDN):=22/120*21/119*98/118;
```

$$P(DDN) := \frac{539}{20060} \quad (10.6)$$

```
> P(DNN):=22/120*98/119*97/118;
```

$$P(DNN) := \frac{7469}{60180} \quad (10.7)$$

Portanto

```
> P = P(DDD)+3*P(DDN)+3*P(DNN);
```

$$P = \frac{2299}{5015} \quad (10.8)$$

```
> evalf(%);
```

$$P = 0.4584247258 \quad (10.9)$$

11. Entre 5 engenheiros e 7 físicos, deve-se formar uma comissão de 2 engenheiros e 3 físicos. De quantas maneiras isso pode ser feito se:

(a) Qualquer engenheiro e qualquer físico pode ser selecionado.

(b) Um determinado físico deve ser incluído.

(c) Dois determinados engenheiros não devem ser incluídos.

**Solução.**

```
> with(combinat):
```

(a) Número de subconjuntos de engenheiros:  $C(5,2)$ , número de subconjuntos de físicos:  $C(7,3)$

$$\begin{aligned} > \text{numbcomb}(5,2) * \text{numbcomb}(7,3); \\ & \qquad \qquad \qquad 350 \end{aligned} \qquad (11.1)$$

(b)

$$\begin{aligned} > \text{numbcomb}(5,2) * \text{numbcomb}(6,2); \\ & \qquad \qquad \qquad 150 \end{aligned} \qquad (11.2)$$

(c)

$$\begin{aligned} > \text{numbcomb}(3,2) * \text{numbcomb}(7,3); \\ & \qquad \qquad \qquad 105 \end{aligned} \qquad (11.3)$$

12. Um inspetor trabalhando para uma companhia de manufatura tem uma probabilidade de 99% de identificar corretamente um item com defeito e 0.5% de chance de classificar incorretamente um produto bom como defeituoso. A companhia tem evidências de que sua linha produz 0.9% de itens defeituosos.

(a) Qual a probabilidade de que um item selecionado para inspeção seja classificado como defeituoso?

(b) Se um item selecionado aleatoriamente é classificado como não-defeituoso, qual a probabilidade de que ele seja realmente bom?

**Solução.**

Eventos: D: componente tem defeito, C: inspetor identifica item como sendo defeituoso.

$$P(C|D) = 0.99, P(C|D') = 0.005, P(D) = 0.009$$

(a)  $P(C) = ?$

$$P(C) = P(C|D)P(D) + P(C|D')P(D')$$

$$\begin{aligned} > \text{restart}; \\ > P(C,D) := 0.99; \\ & \qquad \qquad \qquad P(C, D) := 0.99 \end{aligned} \qquad (12.1)$$

$$\begin{aligned} > P(C,Dp) := 0.5e-2; \\ & \qquad \qquad \qquad P(C, Dp) := 0.005 \end{aligned} \qquad (12.2)$$

$$> P(D) := 0.009;$$

$$> P(Dp) := 1 - P(D);$$

$$\begin{aligned} > P(C) = P(C,D) * P(D) + P(C,Dp) * P(Dp); \\ & \qquad \qquad \qquad P(C) = 0.013865 \end{aligned} \qquad (12.3)$$

(b) C': inspetor identifica item como sendo bom

$$P(D'|C) = \frac{P(C|D') P(D')}{(P(C|D') P(D') + P(C|D) P(D))}$$

$$\begin{aligned} > P(Dp,Cp) := P(Cp,Dp) * P(Dp) / (P(Cp,Dp) * P(Dp) + P(Cp,D) * P(D)); \\ & \qquad \qquad \qquad P(Dp, Cp) := \frac{0.991 P(Cp, Dp)}{0.991 P(Cp, Dp) + 0.009 P(Cp, D)} \end{aligned} \qquad (12.4)$$

$$\begin{aligned} > P(Cp,D) := 1 - P(C,D); \\ & \qquad \qquad \qquad P(Cp, D) := 0.01 \end{aligned} \qquad (12.5)$$

$$\begin{aligned} > P(Cp,Dp) := 1 - P(C,Dp); \\ & \qquad \qquad \qquad P(Cp, Dp) := 0.995 \end{aligned} \qquad (12.6)$$

$$> \text{eval}(P(Dp, Cp)); \qquad (12.7)$$

13. O alinhamento entre uma fita magnética e um cabeçote em um sistema de armazenamento de dados afeta a performance do sistema. Suponha que 10% das operações de leitura falham devido ao alinhamento assimétrico, 5% por alinhamento fora do centro, 1% por ambos, sendo o restante das operações corretamente alinhadas. A probabilidade de erro de leitura é 0.01 por alinhamento assimétrico, 0.02 por um alinhamento fora de centro, 0.06 por ambas as condições e 0.01 por alinhamento correto. Qual é a probabilidade de um erro de leitura?

Solução

Eventos:

E: erro de leitura

A: alinhamento assimétrico

C: alinhamento fora de centro

D: alinhamento fora de centro e assimétrico

F: alinhamento correto

```
> restart
```

```
> P(A):=0.1; P(C):=0.05; P(D):=0.01; P(F):=1-P(A)-P(C)-P(E);
```

```
      P(A) := 0.1
```

```
      P(C) := 0.05
```

```
      P(D) := 0.01
```

```
      P(F) := 0.85 - P(E)
```

(13.1)

```
> P(E,A):=0.01; P(E,C):=0.02; P(E,D):=0.06; P(E,F):=0.001;
```

```
      P(E, A) := 0.01
```

```
      P(E, C) := 0.02
```

```
      P(E, D) := 0.06
```

```
      P(E, F) := 0.001
```

(13.2)

```
> eq:=P(E)=P(E,A)*P(A)+P(E,C)*P(C)+P(E,D)*P(D)+P(E,F)*P(F);
```

```
      eq := P(E) = 0.00345 - 0.001 P(E)
```

(13.3)

```
> solve(% , P(E))
```

```
      0.003446553447
```

(13.4)